

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-134939
(P2000-134939A)

(43)公開日 平成12年5月12日(2000.5.12)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト*(参考)
H 0 2 M 7/48		H 0 2 M 7/48	D 5 H 0 0 7
7/64		7/64	

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 20 頁)

(21)出願番号 特願平10-306221

(22)出願日 平成10年10月28日(1998.10.28)

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 川上 紀子

東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝
府中工場内

(72)発明者 飯島 由紀久

東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝
府中工場内

(74)代理人 100083161

弁理士 外川 英明

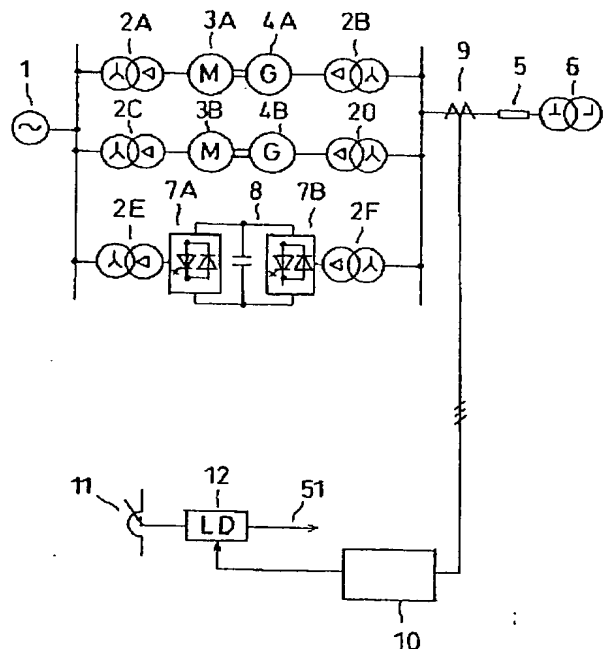
Fターム(参考) 5H007 CC06 CC23 CC32 DA03 DA04
DA06 DB02 DC02 DC04 DC05
EA02

(54)【発明の名称】 周波数変換システム

(57)【要約】

【課題】 回転形周波数変換装置と静止形周波数変換装置を並列接続してなる周波数変換システムはなく、回転形周波数変換装置と静止形周波数変換装置のそれぞれ異なる特性を生かした制御方式はなかった。

【解決手段】 周波数変換システムの出力電流を計測する計測手段と、計測手段の出力が一定値を超えたことを検出するレベル検出手段とを具備し、レベル検出手段が一定値を超えたことを検出した場合に、静止形周波数変換装置を起動することにより、負荷電流が少ない領域では回転形周波数変換装置を運転して無負荷損の少ない静止形周波数変換装置を停止し、負荷電流が一定値を超えた領域で回転形周波数変換装置に加えて静止形周波数変換装置を運転することにより、周波数変換システム全体の運転損失を低減できる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 自己消弧形素子から構成され交流を直流に直流を交流に変換する第 1 の電圧形自励式変換器と前記第 1 の電圧形自励式変換器の直流端子が接続される直流コンデンサと前記直流コンデンサに直流端子が接続される第 2 の電圧形自励式変換器からなる静止形周波数変換装置と、同期電動機と交流発電機から構成される回転形周波数変換装置とを並列接続してなる周波数変換システムにおいて、周波数変換システムの出力電流を計測する計測手段と、前記計測手段の出力が一定値を超えたことを検出するレベル検出手段とを具備し、前記レベル検出手段の出力に基づいて静止形周波数変換装置を起動することを特徴とする周波数変換システム。

【請求項 2】 自己消弧形素子から構成され交流を直流に直流を交流に変換する第 1 の電圧形自励式変換器と前記第 1 の電圧形自励式変換器の直流端子が接続される直流コンデンサと前記直流コンデンサに直流端子が接続される第 2 の電圧形自励式変換器からなる静止形周波数変換装置と、同期電動機と交流発電機から構成される回転形周波数変換装置とを並列接続してなる周波数変換システムにおいて、周波数変換システムの出力電流を計測する計測手段と、前記計測手段の出力の各相の実効値を検出する実効値検出手段と、各相の実効値の最大値を選択する最大値選択手段と、各相の実効値の最大値が一定値を超えたことを検出するレベル検出手段とを具備し、前記レベル検出手段の出力に基づいて静止形周波数変換装置を起動することを特徴とする周波数変換システム。

【請求項 3】 自己消弧形素子から構成され交流を直流に直流を交流に変換する第 1 の電圧形自励式変換器と前記第 1 の電圧形自励式変換器の直流端子が接続される直流コンデンサと前記直流コンデンサに直流端子が接続される第 2 の電圧形自励式変換器からなる静止形周波数変換装置と、同期電動機と交流発電機から構成される回転形周波数変換装置とを並列接続してなる周波数変換システムにおいて、周波数変換システムの出力電流を計測する計測手段と、前記計測手段の出力から逆相成分を検出する逆相検出手段と、逆相成分が一定値を超えたことを検出するレベル検出手段とを具備し、前記レベル検出手段の出力に基づいて静止形周波数変換装置を起動することを特徴とする周波数変換システム。

【請求項 4】 自己消弧形素子から構成され交流を直流に直流を交流に変換する第 1 の電圧形自励式変換器と前記第 1 の電圧形自励式変換器の直流端子が接続される直流コンデンサと前記直流コンデンサに直流端子が接続される第 2 の電圧形自励式変換器からなる静止形周波数変換装置と、同期電動機と交流発電機から構成される回転形周波数変換装置とを並列接続してなる周波数変換システムにおいて、周波数変換システムの出力電流を計測する計測手段と、前記計測手段の出力の各相の実効値を検出する実効値検出手段と、各相の実効値の最大値を選択

する最大値選択手段と、各相の実効値の最大値が一定値を超えたことを検出する第 1 のレベル検出手段と、前記計測手段の出力から逆相成分を検出する逆相検出手段と、逆相成分が一定値を超えたことを検出する第 2 のレベル検出手段とを具備し、第 1 のレベル検出手段と第 2 のレベル検出手段の出力に基づいて静止形周波数変換装置を起動することを特徴とする周波数変換システム。

【請求項 5】 前記実効値検出手段および逆相検出手段の後段に、それらの検出値の一定時間における平均値を検出する時間平均演算手段を具備したことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載の周波数変換システム。

【請求項 6】 前記レベル検出手段にヒステリシス特性を持たせたことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載の周波数変換システム。

【請求項 7】 前記レベル検出手段の検出レベルを回転形周波数変換装置の定格電流としたことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載の周波数変換システム。

【請求項 8】 前記静止形周波数変換装置の直流コンデンサをあらかじめ定格直流電圧に準ずる電圧に充電しておくことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載の周波数変換システム。

【請求項 9】 前記静止形周波数変換装置の起動後の出力電流基準を、周波数変換システムの出力電流に一定比率を乗算した値とすることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載の周波数変換システム。

【請求項 10】 前記周波数変換システムの出力電流に乗算する一定比率は、周波数変換システムの出力電流から回転形周波数変換装置の定格電流を減算し、その値を周波数変換システムの出力電流で除算した値とすることを特徴とする請求項 9 記載の周波数変換システム。

【請求項 11】 前記周波数変換システムの出力電流に乗算する一定比率は、周波数変換システムの出力電流に含まれる逆相電流から回転形周波数変換装置の許容逆相電流を減算し、その値を周波数変換システムの逆相電流で除算した値とすることを特徴とする請求項 9 記載の周波数変換システム。

【請求項 12】 前記周波数変換システムの出力電流に含まれる逆相成分を検出する逆相電流検出手段を具備し、静止形周波数変換装置の起動後の出力電流基準を、前記逆相電流検出手段の出力に一定比率を乗算した値とすることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載の周波数変換システム。

【請求項 13】 前記逆相電流検出手段の出力に乗算する一定比率は、周波数変換システムの逆相電流から回転形周波数変換装置の定格逆相電流を減算し、その値を周波数変換システムの逆相電流で除算した値とすることを特徴とする請求項 12 記載の周波数変換システム。

【請求項 14】 前記静止形周波数変換装置が複数台接

続された周波数変換システムにおいては、静止形周波数変換装置と同数のレベル検出手段を具備し、各レベル検出手段の検出レベルを異ならせ、各レベル検出手段の出力で対応する各静止形周波数変換装置を起動することと特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載の周波数変換システム。

【請求項 15】 前記静止形周波数変換装置の出力電流基準を、静止形周波数変換装置の定格電流以下に制限するリミット手段を具備したことを特徴とする請求項 9 乃至請求項 13 のいずれかに記載の周波数変換システム。

【請求項 16】 自己消弧形素子から構成され交流を直流に直流を交流に変換する第 1 の電圧形自励式変換器と前記第 1 の電圧形自励式変換器の直流端子が接続される直流コンデンサと前記直流コンデンサに直流端子が接続される第 2 の電圧形自励式変換器からなる静止形周波数変換装置と、同期電動機と交流発電機から構成される複数の回転形周波数変換装置とを並列接続してなる周波数変換システムにおいて、周波数変換システムの出力電流を計測する計測手段を具備し、静止形周波数変換装置の出力電流基準を、前記計測手段の出力から、回転形周波数変換装置の追加並入可能電流を減算した値以上とし、かつ、静止形周波数変換装置の定格以下とすることを特徴とする周波数変換システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、新幹線用の電源供給のような、異なる周波数を持つ電力システムを連系するための周波数変換システムの制御に関わり、特に自己消弧形素子から構成され交流を直流に直流を交流に変換する電圧形自励式変換器からなる静止形周波数変換装置と、同期電動機と交流発電機から構成されそれぞれ異なる周波数を出力する回転形周波数変換装置とを並列接続してなる周波数変換システムの制御に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の周波数変換システムを図 31 に示す。図 31 において、1 は交流系統、2 A ～ 2 D は変圧器、3 A、3 B は同期電動機、4 A、4 B は交流発電機、5 は交流発電機の出力を負荷へ送電する送電線、6 はスコット変圧器である。スコット変圧器の 2 次側には図示していない列車負荷がつながる。

【0003】図 31 のシステムは、交流系統 1 の周波数で同期電動機をまわし、同期電動機と同軸の発電機を回転させ発電する。周波数を変換するため極数は、変換したい周波数比率となっている。例えば、交流系統 1 の 50 Hz を 60 Hz に変換したい場合は、電動機側が 5 に対し、発電機側が 6 の比率となっている。この様に電動機と発電機を組み合わせる周波数を変換する装置を回転形周波数変換装置と呼んでいる。

【0004】このように従来は、負荷側（列車）が要求する容量に応じて回転形周波数変換装置を並列接続し、

周波数変換システムを構成していた。一方、近年、ゲートターンオフサイリスタ（以下 GTO と略す）等の自己消弧形可能な素子の大容量化にともない、自励式変換器による大容量の周波数変換装置の製作が可能となった。

【0005】図 32 に自励式変換器による周波数変換システムを示す。図 32 において、既に説明済みの図 31 と同一の要素は同一の符号で表し説明は省略する。7 A、7 B は GTO 等で構成され、交流を直流に直流を交流に変換する電圧形自励式変換器、8 は直流コンデンサである。

【0006】図 32 のシステムは、交流系統 1 の電力を電圧形自励式変換器 7 A にて直流に変換し、直流コンデンサ 8 を介して接続される電圧形自励式変換器 7 B にて所望の周波数の交流電力に変換する。また、負荷側から電力が回生される場合は、電力は電圧形自励式変換器 7 B から直流コンデンサを経て電圧形自励式変換器 7 A へと流れる。なお、電圧形自励式変換器の一般的な動作については電気学会編「半導体電力変換回路」第 6 章、第 9 章に詳しく記載されている。

【0007】図 32 に示すような半導体で構成される周波数変換装置を静止形周波数変換装置と呼んでおり、静止形周波数変換装置は回転形周波数変換装置に比較して、無負荷時の損失が少ない、起動停止が短時間に行える、出力電圧、出力電流を容易に制御できる等の利点がある。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】従来、回転形周波数変換装置と静止形周波数変換装置を並列接続してなる周波数変換システムはなく、回転形周波数変換装置と静止形周波数変換装置のそれぞれ異なる特性を生かした制御方式はなかった。

【0009】回転形周波数変換装置、静止形周波数変換装置、負荷である列車の特徴を下記に示す。

・回転形周波数変換装置

1) 図 33 に示す様に、損失が負荷によらずほぼ一定値を示す。

【0010】2) 過負荷に対する時間耐量大きい。

3) 起動停止に時間がかかる。（10 分以上）

4) 予め他の回転形周波数変換装置が立ち上がっていて、追加で回転形周波数変換装置を投入する場合に負荷の制限が必要である。

【0011】・静止形周波数変換装置

1) 図 33 に示すように損失が負荷により変動する。特に無負荷時の損失が小さい。

【0012】2) 過負荷に対する時間耐量がない。

3) 起動停止が高速にできる。

4) 出力電圧、位相を高速に制御できる。

【0013】5) 予め他の周波数変換装置が立ち上がっている、追加投入に対する制限はない。

・負荷（列車）

1) 単相負荷であるため逆用電流 (通常の 3 相と逆回転の相順を持つ電流) が大きい。

【0014】図 34 に図 31 におけるスコット変圧器 6 の 2 次側に負荷を投入した場合の波形を示す。図 34 はスコット変圧器の M 座に 30MW その 80ms 後に T 座に 30MW の負荷投入をした場合の波形であり、M 座、T 座の負荷が同量であれば逆相電流は流れないが、アンバランスがあると逆相電流が発生する。

【0015】2) 列車のダイヤ、加減速度に応じて負荷は絶えず変動する。

3) 列車が減速するときには有効電力が列車から電源へ回生される。

本発明の目的は、上記のような特長を生かし、損失が少なく、信頼性の高い回転形周波数変換装置と静止形周波数変換装置を並列接続してなる周波数変換システムの制御装置を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の請求項 1 に係る周波数変換システムによれば、周波数変換システムの出力電流を計測する計測手段と、計測手段の出力が一定値を超えたことを検出するレベル検出手段とを具備し、レベル検出手段が一定値を超えたことを検出した場合に、静止形周波数変換装置を起動することにより、出力電流すなわち負荷電流が少ない領域においては回転形周波数変換装置を運転して無負荷損の少ない静止形周波数変換装置を停止し、負荷電流が一定値を超えた領域で回転形周波数変換装置に加えて静止形周波数変換装置を運転することにより、周波数変換システム全体の運転損失を低減できる周波数変換システムを提供できる。

【0017】本発明の請求項 2 に係る周波数変換システムによれば、周波数変換システムの出力電流を計測する計測手段と、計測手段の出力の各相の実効値を検出する実効値演算手段と、各相の実効値の最大値を選択する最大値選択手段と、各相の実効値の最大値が一定値を超えたことを検出するレベル検出手段とを具備し、3 相の各相毎の実効値のうち、1 相でも一定値以上となった時に静止形周波数変換装置を起動することにより、出力電流の各相毎の実効値が低い領域においては、回転形周波数変換装置だけを運転して無負荷損の少ない静止形周波数変換装置を停止し、負荷電流が大きい領域で回転形周波数変換装置に加えて静止形周波数変換装置を運転することにより、回転形周波数変換装置を過負荷にすることなくかつ周波数変換システム全体の運転損失を低減できる周波数変換システムを提供できる。

【0018】本発明の請求項 3 に係る周波数変換システムによれば、周波数変換システムの出力電流を計測する計測手段と、計測手段の出力から逆相成分を検出する逆相検出手段と、逆相成分が一定値を超えたことを検出するレベル検出手段とを具備し、出力電流の逆相成分が一

定値を超えたことで静止形周波数変換装置を起動することにより、出力電流の逆相成分が低い領域においては回転形周波数変換装置だけを運転して無負荷損の少ない静止形周波数変換装置を停止し、逆相成分が大きい領域においては、回転形周波数変換装置に加えて静止形周波数変換装置を運転することにより、回転形周波数変換装置の逆相電流の過負荷を防止し、かつ周波数変換システム全体の運転損失を低減できる周波数変換システムを提供できる。

10 【0019】本発明の請求項 4 に係る周波数変換システムによれば、周波数変換システムの出力電流を計測する計測手段と、計測手段の出力の各相の実効値を検出する実効値検出手段と、各相の実効値の最大値を選択する最大値選択手段と、各相の実効値の最大値が一定値を超えたことを検出する第 1 のレベル検出手段と、出力電流を計測する計測手段の出力から逆相成分を検出する逆相検出手段と、逆相成分が一定値を超えたことを検出する第 2 のレベル検出手段とを具備し、出力電流の各相の実効値の最大値または逆相成分が一定値を超えたことで静止形周波数変換装置を起動することにより、出力電流の各相実効値及び逆相成分が小さく回転形周波数変換装置が過負荷とならない領域においては回転形周波数変換装置だけを運転して無負荷損の少ない静止形周波数変換装置を停止し、各相実効値または逆相成分が大きい領域においては、回転形周波数変換装置に加えて静止形周波数変換装置を運転することにより、回転形周波数変換装置の逆相電流および各相の過負荷を防止し、かつ周波数変換システム全体の運転損失を低減できる周波数変換システムを提供できる。

30 【0020】本発明の請求項 5 に係る周波数変換システムによれば、実効値を検出する実効値検出手段および逆相成分を検出する逆相検出手段の後段に、それらの検出値の一定時間における平均値を検出する手段を具備することにより、回転形周波数変換装置の時間耐量に合わせて静止形周波数変換装置の起動停止を行えるため、静止形周波数変換装置の起動判定レベル付近での負荷変動が頻繁にあっても、不必要な静止形周波数変換装置の起動が抑制でき、擾乱を低減した周波数変換システムを提供できる。

40 【0021】本発明の請求項 6 に係る周波数変換システムによれば、各レベル検出手段にヒステリシス特性を持たせることにより、回転形周波数変換装置の逆相電流および各相の過負荷を防止できる上に、静止形周波数変換装置の不要な起動停止を防止し、かつ周波数変換システム全体の運転損失を低減できる周波数変換システムを提供できる。

【0022】本発明の請求項 7 に係る周波数変換システムによれば、各レベル検出手段の検出レベルを回転形周波数変換装置の定格電流とすることにより、負荷が回転形周波数変換装置の定格に達するまでは静止形周波数変

換装置を停止しているため、周波数変換システム全体の運転損失がより少なくなり、かつ、回転形周波数変換装置の逆相電流および各相の過負荷を防止できる周波数変換システムを提供できる。

【0023】本発明の請求項8に係る周波数変換システムによれば、レベル検出手段の動作により静止形周波数変換装置が起動される前に、静止形周波数変換装置の直流コンデンサをあらかじめ定格直流電圧に準ずる電圧に充電しておくことにより、レベル検出手段が動作し起動指令発生後、直流コンデンサの充電操作を経ずに静止形周波数変換装置を起動でき、高速な静止形周波数変換装置の起動および負荷分担が可能となり、回転形周波数変換装置の過負荷を防止できる周波数変換システムを提供できる。

【0024】本発明の請求項9に係る周波数変換システムによれば、静止形周波数変換装置の出力電流基準を、周波数変換システム全体の出力電流に一定比率を乗算した値とすることにより、静止形周波数変換装置起動後の、静止形周波数変換装置と回転形周波数変換装置の電流分担を所望の比率にした運転が可能な周波数変換システムを提供できる。

【0025】本発明の請求項10に係る周波数変換システムによれば、一定比率を、周波数変換システム全体の出力電流から回転形周波数変換装置の定格電流を減算し、それを周波数変換システム全体の出力電流で除算した値とすることにより、静止形周波数変換装置の起動後、出力電流に関係なくほぼ一定の損失がある回転形周波数変換装置を定格電流で運転し、残りを静止形周波数変換装置で分担することとなり、周波数変換システム全体の運転損失を低減できる周波数変換システムを提供できる。

【0026】本発明の請求項11に係る周波数変換システムによれば、一定比率を、周波数変換システム全体の出力電流に含まれる逆相電流から回転形周波数変換装置の定格逆相電流を減算し、それを周波数変換システム全体の逆相電流で除算した値とすることにより、静止形周波数変換装置の起動後、出力電流に関係なくほぼ一定の損失がある回転形周波数変換装置を逆相電流の定格電流で運転し、残りを静止形周波数変換装置で分担することとなり、周波数変換システム全体の運転損失を低減でき、かつ、回転形周波数変換装置の逆相分による過負荷を防止できる周波数変換システムを提供できる。

【0027】本発明の請求項12に係る周波数変換システムによれば、周波数変換システム全体の出力電流の逆相電流検出手段を具備し、静止形周波数変換装置の起動後の出力電流基準を、前記逆相電流検出手段の出力に一定比率を乗算した値とすることにより、静止形周波数変換装置の起動後、静止形周波数変換装置で逆相電流を分担することとなり、周波数変換システム全体の運転損失を低減でき、かつ、回転形周波数変換装置の逆相分によ

る過負荷を防止できる周波数変換システムを提供できる。

【0028】本発明の請求項13に係る周波数変換システムによれば、一定比率を、システム全体の逆相電流から回転形周波数変換装置の定格逆相電流を減算しそれをシステム全体の逆相電流で除算した値とすることにより、静止形周波数変換装置の起動後、出力電流に関係なくほぼ一定の損失がある回転形周波数変換装置を逆相電流の定格電流で運転し、残りの逆相電流を静止形周波数変換装置で分担することとなり、周波数変換システム全体の運転損失を低減でき、かつ、回転形周波数変換装置の逆相成分による過負荷を防止できる周波数変換システムを提供できる。

【0029】本発明の請求項14に係る周波数変換システムによれば、静止形周波数変換装置が複数台からなる周波数変換システムにおいては、静止形周波数変換装置と同じ数のレベル検出手段を具備し、各レベル検出手段の検出レベルを異ならせ、各レベル検出手段の出力で1台ずつ静止形周波数変換装置を起動することにより、出力電流に応じて静止形周波数変換装置の起動台数を最適化することができ、周波数変換システム全体の運転損失を低減できる周波数変換システムを提供できる。

【0030】本発明の請求項15に係る周波数変換システムによれば、静止形周波数変換装置の出力電流基準を、静止形周波数変換装置の定格電流以下に制限することにより、回転形周波数変換装置と比較して、過負荷の時間耐量が少ない静止形周波数変換装置が過負荷になることなく、信頼性の高い周波数変換システムを提供できる。

【0031】本発明の請求項16に係る周波数変換システムによれば、周波数変換システム全体の出力電流を計測する計測手段を具備し、静止形周波数変換装置の出力電流基準を、計測手段の出力から、回転形周波数変換装置の追加並入可能電流を減算した値以上とし、かつ、静止形周波数変換装置の定格以下とすることにより、静止形周波数変換装置が負荷電流を分担し、回転形周波数変換装置の分担電流が追加並入可能電流以下となり、回転形周波数変換装置の追加並入を容易に行える周波数変換システムを提供できる。

【0032】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。図1は、本発明の第1の実施の形態の構成図である。図1において、図31、図32と同一要素については同一符号を付し、説明を省略する。

【0033】図1において、回転形周波数変換装置と静止形周波数変換装置を並列接続してなる周波数変換システムの出力側には出力電流を計測する交流電流検出器9を接続し、この交流電流検出器9からの3相交流電流を3相全波整流器10で全波整流する。

【0034】レベル設定器11では静止形周波数変換装置を起動するレベルが設定され、レベル検出器12では3相全波整流器10の出力とレベル設定器11の出力を比較し、3相全波整流器10の出力が大きい場合に静止形周波数変換装置の起動指令51を出力する。

【0035】図1に示す回路は以下のように動作する。図1のスコット変圧器6の2次側には図示していない列車負荷があり、列車ダイヤ、加減速ボタンに応じて絶えず変動している。その負荷電流を出力電流検出器9で検出し、それを3相全波整流器で整流して直流量とし、レベル検出器12にてレベル設定器11の出力と比較する。

【0036】列車負荷が増大すると、負荷電流が増大し、3相全波整流器10の出力が増大し、レベル設定値を超えた時点で、静止形周波数変換装置に起動指令が出される。列車負荷が少なく、3相全波整流器10の出力がレベル設定値を越えない場合は、静止形周波数変換装置は停止する。

【0037】このように、図1に示す回路で静止形周波数変換装置の起動停止を行えば、列車負荷が少ないときは、負荷による損失の変動が少ない回転形周波数変換装置を運転し、無負荷時の損失が少ない静止形周波数変換装置を停止するため、周波数変換システム全体の損失を低減できる。

【0038】次に本発明の第2の実施の形態について説明する。図2は、本発明の第2の実施の形態の構成図である。図2において、図1と同一要素については同一符号を付し、説明を省略する。

【0039】図2において、実効値演算回路13A~13Cは出力電流検出器9の各相の電流を入力し、それぞれの実効値を演算し、最大値選択回路14は実効値演算回路13A~13Cの出力を入力し、その最大値を選択する。この最大値選択回路14の出力は、レベル検出器12の一方の入力となる。

【0040】図2に示す回路は以下のように動作する。列車負荷が増大すると、負荷電流が増大し、各相の実効値が増大し、最大値選択回路14の出力がレベル設定値を超えた時点で、静止形周波数変換装置に起動指令が出される。列車負荷が少なく、各相実効値の最大値がレベル設定値を越えない場合は、静止形周波数変換装置は停止する。

【0041】なお、実効値を各相毎の検出とすることによって、例えば、逆相分が多く各相の出力電流がアンバランスな場合も、最も負荷が重い相によって静止形周波数変換装置の起動停止を決定するため、回転形周波数変換装置の過負荷を防止できる。

【0042】このように、図2に示す回路で、静止形周波数変換装置の起動停止を行えば、列車負荷が少ないときは、負荷による損失の変動が少ない回転形周波数変換装置を運転し、無負荷時の損失が少ない静止形周波数変

換装置を停止するため、周波数変換システム全体の損失を低減できる。

【0043】なお、図3に示すように、各相の実効値演算回路13A~13Cの後段に、各相毎にレベル検出器12A~12Cを設け、レベル検出器12A~12Cの出力を論理和回路15に入力し、その出力で静止形周波数変換装置を起動しても同様の効果が得られることは明白である。

【0044】次に本発明の第3の実施の形態について説明する。図4は、本発明の第3の実施の形態の構成図である。図4において、図1と同一要素については同一符号を付し、説明を省略する。

【0045】図4において、逆相検出回路16は交流電流検出器9の出力を入力し、逆相分を検出する。この逆相検出回路16の出力は、レベル検出器12の一方の入力となる。

【0046】図4に示す回路は以下のように動作する。スコット変圧器6の出力のM座、T座の負荷がアンバランスになると、出力電流の逆相成分が増大する。例えば、図5にスコット変圧器M座に30MWの力行負荷、その80ms後にT座に回生負荷30MWが投入されたときの各部波形を示す。このとき、力行と回生が異なる座に投入された場合の逆相分が最も大きく、図5においては逆相分が約60MVAと電流はほぼ逆相分だけとなっている。

【0047】一方、回転形周波数変換装置には流せる逆相分の限界があり、一定値を越えると逆相リレー等が動作しトリップする場合がある。そこで、図4のような回路で周波数変換システムを制御すれば、列車負荷の逆相分が増大すると、逆相検出器16に出力が増大し、レベル設定値を超えた時点で、静止形周波数変換装置に起動指令51が出され、静止形周波数変換装置で逆相分の一部を分担し、回転形周波数変換装置の逆相分の低減ができ、逆相分による回転形周波数変換装置のトリップを防止することができる。

【0048】次に本発明の第4の実施の形態について説明する。図6は、本発明の第4の実施の形態の構成図である。図6において、図2、図4と同一要素については同一符号を付し、説明を省略する。

【0049】図6において、論理和回路15は、実効値演算回路を基にしたレベル検出器12Aの出力と逆相検出回路を基にしたレベル検出器12Bの出力との論理和を取り、静止形周波数変換装置の起動指令51として出力する。

【0050】図6に示す回路は以下のように動作する。列車負荷が増大すると、負荷電流が増大し、各相の実効値演算回路13A~13Cの出力が増大し、最大値選択回路14の出力がレベル設定値11Aを超えた時点で、静止形周波数変換装置に起動指令が出される。また、各相電流実効値の最大値がレベル設定値11Aに達してい

なくても、片座力行と片座回生のように逆相電流が大きい運転において逆相設定値 11B を超えた場合、静止形周波数変換装置に起動指令が出される。

【0051】 このように、回転形周波数変換装置の各相実効値、逆相分と異なる設定ができ、いずれかが回転形周波数変換装置の耐量を超えた時点で、静止形周波数変換装置を起動することができ、より信頼性の高い制御が可能となる。

【0052】 次に本発明の第 5 の実施の形態について説明する。図 7 は、本発明の第 5 の実施の形態の構成図である。図 7 において、図 6 と同一要素については同一符号を付し、説明を省略する。

【0053】 図 7 において、実効値演算回路 13A ~ 13C と逆相検出回路 16 の出力側に時間平均演算回路 17A ~ 17D が接続される。時間平均演算回路 17A ~ 17D はそれぞれの入力の一定時間内の平均値を演算するものである。

【0054】 図 7 に示す回路は以下のように動作する。前述したように、回転形周波数変換装置には各相実効電流の耐量、及び逆相分の耐量があるが、時間的には半導体で構成される静止形周波数変換装置と比較し長い耐量を持つ。すなわち、あるレベルを超えると瞬時に過負荷で破損するわけではなく、一定時間は耐えうるのである。

【0055】 そこで、図 7 に示すように、各相実効値演算回路 13A ~ 13C の出力、及び逆相検出回路 16 の出力の後段に、回転形周波数変換装置の時間耐量に合わせた時間の時間平均演算回路を設け、その出力で静止形周波数変換装置の起動条件を決定する。

【0056】 これにより、レベルだけで静止形周波数変換装置の起動するのに比較し、瞬時的な負荷変動には応答しなくなるため、静止形周波数変換装置の起動停止回数を低減でき、静止形周波数変換装置の起動停止に伴い生じる擾乱の回数を低減できる。

【0057】 なお、図 8 に示すように、回路を簡単にするため、最大値選択回路 14 の後段に時間平均演算回路を設けても、同様の効果が得られる。また、図 7 及び図 8 の時間平均演算回路は、単純なオンディレー回路としてもほぼ同様の効果を得ることができる。

【0058】 また、図 9 に示すように、論理利回路 15 の後段にオンディレー回路 18 を設けてもほぼ同様の効果が得られる。なお、説明は第 4 の実施の形態に適用した場合で行ったが、同様に第 1 ~ 第 3 の実施の形態に適用できることは言うまでもない。

【0059】 次に本発明の第 6 の実施の形態について説明する。図 10 は、本発明の第 6 の実施の形態の構成図である。図 10 において、図 6 と同一要素については同一符号を付し、説明を省略する。

【0060】 図 10 において、レベル検出器をヒステリシス特性付きレベル検出器 19A ~ 19B とし、レベル

設定器 11A ~ 11D でヒステリシス特性を決定する。図 10 に示す回路の動作を図 11 に示す。波形 A がヒステリシス特性のないレベル検出器を使用した場合の起動停止指令である。逆相検出回路 16 または最大値検出回路 14 の出力が検出レベル A 付近で頻繁に変動すると静止形周波数変換装置起動指令が頻繁に入り切りする。

【0061】 一方、ヒステリシス特性付きレベル検出器にすると、起動指令は上側レベル B1 で出力され、起動指令の解除は下側レベル B2 で行うため、起動停止指令は波形 B になり、静止形周波数変換装置の起動停止回数を低減でき、静止形周波数変換装置の起動停止に伴い生じる擾乱の回数を低減できる。

【0062】 なお、説明は第 4 の実施の形態に適用した場合で行ったが、同様に第 1 ~ 第 3 の実施の形態に適用できることは言うまでもない。次に本発明の第 7 の実施の形態について説明する。

【0063】 第 7 の実施の形態は、レベル設定器の設定値の決定方法について記載したものである。ここでは、第 2 の実施の形態に適用したときの動作を図 12 を用いて説明する。図 12 において実線は図 2 における最大値検出回路 14 の出力、点線はレベル設定器 11 の設定値であり、レベル 1 は回転形周波数変換装置の定格、レベル 2 はそれより低い値を表す。

【0064】 レベル設定器 11 の出力をレベル 1 とすれば、静止形周波数変換装置は回転形周波数変換装置が定格を越えてから起動するため、静止形周波数変換装置が起動しているのべ時間は、レベル 2 の設定値に比較して短くなる。

【0065】 回転形周波数変換装置と静止形周波数変換装置の出力と損失の関係は前述の図 31 に示したように、回転形周波数変換装置は出力に無関係にほぼ一定損失であるので、レベル 1 の場合もレベル 2 の場合も同じ損失である。一方、静止形周波数変換装置の損失は出力に従って増加するため、静止形周波数変換装置の起動のべ時間が長いレベル 2 の方が大きくなる。

【0066】 従って、回転形周波数変換装置をなるべく多く使用するように、レベル設定器を回転形周波数変換装置の定格値ないしは連続過負荷定格値に設定することにより、損失の少ない周波数変換システムを提供できる。

【0067】 なお、説明は第 2 の実施の形態に適用した場合で行ったが、同様に第 1、第 3、第 4 の実施の形態に適用できることは言うまでもない。次に本発明の第 8 の実施の形態について説明する。

【0068】 図 13 は、本発明の第 8 の実施の形態の起動シーケンスの説明図であり、図 14 は、自励式変換器による周波数変換システムの構成図である。図 14 において、図 32 と同一要素については同一符号を付し、説明を省略する。

【0069】 図 14 において、電圧形自励式変換器と系

統を連系する遮断器 20 と、直流コンデンサの初期充電を行うための初期充電回路 21 が設けられている。図 13 のシーケンス A は一般的な電圧形自励式変換器の起動シーケンスの一例を示している。

【0070】まず、直流コンデンサ充電指令が与えられると、初期充電回路 21 を投入し、直流コンデンサを充電する。直流コンデンサが一定レベルまで充電されたら、遮断器 20 を投入し、電圧形自励式変換器にゲートを与え運転を開始する。なお、電圧形自励式変換器を起動した後、遮断器を投入する場合もある。停止時は自励式変換器のゲートを停止し遮断器を開放する。停止後、直流コンデンサの電圧は分圧抵抗等直流の母線間に入っている抵抗分で放電される。

【0071】直流コンデンサの充電は、初期充電回路の容量を小さくするため数十秒から数分かけておこなうのが一般的である。従って、従来のシーケンスでは、初期充電に時間がかかり負荷の急変時等に静止形周波数変換装置を高速に起動することができなかった。

【0072】図 13 のシーケンス B は第 8 の実施の形態による起動停止シーケンスである。システム全体の起動時に、一旦直流コンデンサを充電した後は、先の実施の形態で説明したように負荷が少なく静止形周波数変換装置を起動しない場合も、直流コンデンサは放電はせずに定格直流電圧に近い値を維持する。これにより、負荷が増加し、次の起動指令受信時には直流コンデンサの充電操作を省略できるため起動時間を短縮できる。

【0073】なお、直流コンデンサの電圧の維持は、充電回路を常時接続しておく、ないしは、直流電圧が定格電圧より一定値以上低下した場合は自励式変換器を運転（ゲートデブロック）し交流系統から充電する等の方法で行う。

【0074】次に本発明の第 9 の実施の形態について説明する。図 15 は、電圧形自励式変換器の一般的な制御ブロック図であり、図 16 は、本発明の第 9 の実施の形態の制御ブロック図である。図 16 において、図 1 と同一要素については同一符号を付し、説明を省略する。

【0075】図 15 において、9A は交流電流検出器、22 は交流電圧検出器、23 は交流電流検出器 9A で検出した電流と交流電圧検出器 22 から 3 相 2 相変換、及び静止一回転座標変換を行い有効電流成分（ I_d ）52 と無効電流成分（ I_q ）53 を検出する座標変換回路、24 は有効電流指令値（ I_{dref} ）53、無効電流指令値（ I_{qref} ）54 を与える上位制御装置、25 は有効電流指令値 53 と有効電流成分 52 の差分と、無効電流指令値 54 と無効電流成分 53 の差分を入力しその差が零となるように動作する定電流制御回路、26 は有効分出力指令値 56 と無効分出力指令値 57 を入力し、回転静止座標変換、2 相-3 相座標変換を実施し 3 相交流出力指令値に変換する座標逆変換回路、27 は座標逆変換回路から出力される 3 相交流出力指令値から自励式

変換器 7A をオンオフするパルスパターンを作成するパルス幅変調回路である。

【0076】交流系統と接続される電圧形自励式変換器の有効電力、無効電力の制御原理については「半導体電力変換回路」（電気学会編）P215～P220 等に開示されており詳細な説明を省略する。また、定電流制御回路の原理、実現方法についても特開平 1-77110 号公報他で開示されているので詳細な説明を省略する。

【0077】図 15 において、電圧形自励式変換器 7A は、上位制御系から与えられる有効電流基準、無効電流基準に出力電流が一致するように、高速に定電流制御を行っている。一般的に、交流系統等の交流電圧源と連系する電圧形自励式変換器は出力電流の定電流制御を行っている。なお、定電流制御の方法として、図 15 においては、電流の座標変換して有効電流成分、無効電流成分に分離して行っているが、3 相瞬時値指令（正弦波状）に対し 3 相瞬時値電流をフィードバックして電流制御を行う場合もある。

【0078】図 16 は本発明の第 9 の実施の形態の制御ブロックを示す図である。図 16 において、23B は交流電流検出器 9 で検出した周波数変換システムの出力電流と、交流電圧検出器 22 で検出した周波数変換システムの出力電圧から、3 相 2 相変換、及び静止一回転座標変換を行い出力電流有効成分 58、出力電流無効成分 59 を検出する座標変換回路、28 は出力電流有効成分 58、出力電流無効成分 57 に 1 以下のゲインをかけ、静止形周波数変換装置の電流基準を演算するゲイン調整器である。29 は静止形周波数変換装置へ与えるゲートパターンと起動指令の論理積を取る論理積回路である。

【0079】なお、回転形周波数変換装置が電圧源として作用するため、図 15 に示した系統連系用自励式変換器の制御回路と同じ構成を取ることができる。また、自励式変換器 7A 側の制御回路は図示していないが、図 15 に示した回路で制御しており、上位制御として通常、無効電力一定制御と直流コンデンサ電圧一定制御を具備し、それぞれから出力される無効電流指令値、有効電流指令値をもとに定電流制御されている。

【0080】第 9 の実施の形態の作用について説明する。負荷が増大し、レベル検出器 12 から静止形周波数変換装置起動指令 51 が出力されると、論理積回路 29 の出力が生かされ、静止形周波数変換装置が運転を開始しする。

【0081】このとき、周波数変換システム全体の出力電流に一定比率をかけた値を静止形周波数変換装置の電流基準とすることで、その静止形周波数変換装置で分担する比率分だけ、回転形周波数変換装置の分担電流を低減することができ、回転形周波数変換装置の過負荷が防止できる。

【0082】また、周波数変換システム全体の出力電流を検出して電流基準としているため、負荷変動や、負荷

が力行から回生に変化した場合についても、負荷状態の検出、判定による電流基準の切り替え操作等を行う必要がなく、無駄のない制御装置を提供できる。

【0083】なお、図16は23A、23Bの座標変換回路、26の座標逆変換回路を設けて、有効電流成分、無効電流成分毎に制御しているが、座標変換を行わず、3相瞬時値で演算しても同等の効果が得られる。

【0084】なお、説明は第1の実施の形態に適用した場合で行ったが、同様に第2～第4の実施の形態に適用できることは言うまでもない。次に本発明の第10の実施の形態について説明する。

【0085】本発明の第10の実施の形態は、第9の実施の形態のゲイン調整回路の演算方法について規定したものである。図17は、ゲイン調整器28の演算方法を示した図である。

【0086】先ず、出力電流有効成分 (I_{dout}) 58と、出力電流無効成分 (I_{qout}) 59から、出力電流の大きさ (I_{out}) を求める。次に、 I_{out} 、及び I_{dout} 、 I_{qout} から、静止形周波数変換装置の有効電流指令値 (I_{dref}) 54、無効電流指令値 (I_{qref}) 55を求める。

【0087】このように、静止形周波数変換装置の有効電流指令値と無効電流指令値を図17のように演算することは、図18に示すように、出力電流のうち、回転形周波数変換装置の定格を越えた分を静止形周波数変換装置で分担することに相当する。

【0088】本方式で静止形周波数変換装置の電流基準を決定する場合、第7の実施の形態で説明したように、静止形周波数変換装置の起動の為に出力電流の検出レベルを、回転形周波数変換装置の定格電流とする場合と組み合わせるとより効果的である。

【0089】すなわち、出力電流が回転形周波数変換装置の定格を越えたら静止形周波数変換装置を起動し、その時の静止形周波数変換装置の電流基準は、回転形周波数変換装置の定格を越えた分として与えられるからである。

【0090】次に本発明の第11の実施の形態について説明する。図19は、本発明の第11の実施の形態の構成図であり、図20は、ゲイン調整器の演算方法を示した図である。図14、図20において、図16、図17と同一要素については同一符号を付し、説明を省略する。

【0091】ゲイン調整器28では、逆相検出回路16の出力である出力電流逆相分 (I_{Nout}) 60と回転形周波数変換装置の逆相許容値 (I_{NR})、出力電流有効成分 (I_{dout}) 58と、出力電流無効成分 (I_{qout}) 59から、静止形周波数変換装置の有効電流指令値 (I_{dref}) 54、無効電流指令値 (I_{qref}) 55を図20に示す式で求める。

【0092】この様にすれば、負荷が不平衡で逆相電流

が増加し、回転形周波数変換装置の逆相許容値 (I_{NR}) を越えた場合には、その越えた比率に応じて静止形周波数変換装置が逆相電流を分担することとなり、回転形周波数変換装置が逆相リレー等でトリップすることを防止できる。

【0093】なお、本発明を、本発明の第3の実施の形態、第4の実施の形態と組み合わせて実施し、出力逆相電流が一定値を越えたら静止形周波数変換装置を起動し、静止形周波数変換装置の電流基準を図20に示す式で与えると、損失が少なく、かつ回転形周波数変換装置の逆相分を許容値以下にすることができる。

【0094】図21～図23に、第11の実施の形態の方式で制御した場合の解析波形を示す。負荷に30MVA ($0.6pu : 1pu = 50MVA$) の逆相分をとり、回転形周波数変換装置の逆相許容値 (図20における I_{NR} の値) を変化させ3ケース実施している。

【0095】図21は、逆相許容値が1.1pu ($= 55MVA$) の場合を示している。負荷の逆相分が逆相許容値に達していないため、静止形周波数変換装置は分担せず、負荷の逆相分をそのまま回転形周波数変換装置が分担している。

【0096】図22は、逆相許容値を0.4puに設定した場合を示している。負荷の逆相分は0.6puで図21の場合と変わらないが、静止形周波数変換装置が逆相分を分担し、回転形周波数変換装置の逆相分は0.4puに低下している。

【0097】図23は、逆相許容値を0.2puに設定した場合を示している。このときは、図22に比較し、静止形周波数変換装置分担分が増え、回転形周波数変換装置の逆相分が減少している。

【0098】これらの解析波形からも判るように、本発明に従い静止形周波数変換装置の電流基準を決定すれば、回転形周波数変換装置の逆相電流の低減ができ、設定値によって、その値を制御することができる。

【0099】次に本発明の第12の実施の形態について説明する。図24は、本発明の第12の実施の形態の構成図である。図24において、図19と同一要素については同一符号を付し、説明を省略する。

【0100】図24において、逆相抽出回路30は、出力電流有効成分 (I_{dout}) 58と、出力電流無効成分 (I_{qout}) 59からそれぞれの逆相分だけを抽出し、出力電流逆相有効成分61と出力電流逆相無効成分62を出力する。

【0101】通常、3相交流は逆相分、正相分、零相分に分離できることが知られている。更に、電圧と電流の位相関係から、それぞれ有効分と無効分に分離できる。零相分は十分小さいと仮定すると、3相交流電流は下記に分解できる。

【0102】

【数1】

3 相交流電流＝正相有効電流成分＋正相無効電流成分

＋逆相有効電流成分＋逆相無効電流成分 (式 1)

逆相分抽出回路 30 は上記式 1 のうち、逆相有効電流成分と逆相無効電流成分を抽出する。

【0103】そして、その成分にゲイン調整器 28 で適当な比率をかけて、静止形周波数変換装置の出力電流基準にし、静止形周波数変換装置から逆相分を供給すれば、回転形周波数変換装置の逆相分を低減できる。

【0104】第 11 の実施の形態と第 12 の実施の形態との違いは、第 11 の実施の形態が出力電流全体に一定比率をかけた値を静止形周波数変換装置の出力電流基準をすることにより、静止形周波数変換装置で正相分と逆相分の双方を分担しているのに対し、第 12 の実施の形態は静止形周波数変換装置は逆相分だけを分担する点である。

【0105】次に本発明の第 13 の実施の形態について説明する。本発明の第 13 の実施の形態は、第 12 の実施の形態のゲイン調整回路の演算方法について規定したものである。

【0106】図 25 は、ゲイン調整器の演算方法を示した図である。ゲイン調整器 28 では、逆相検出回路 16 の出力である出力電流逆用分 (Inout) 60 と回転形周波数変換装置の逆相許容値 (INR) と、出力電流逆相有効成分 (IdN) 58 と、出力電流逆相無効成分 (IqN) 59 から、静止形周波数変換装置の有効電流指令値 (Idref)、無効電流指令値 (Iqref) を図 23 に示す式で求める。

【0107】この様にすれば、負荷が不平衡で逆相電流が増加し、回転形周波数変換装置の逆相許容値を超えた場合には、その超えた比率に応じて静止形周波数変換装置が逆相電流を分担することとなり、回転形周波数変換装置が逆相リレー等でトリップすることを防止できる。

【0108】次に本発明の第 14 の実施の形態について説明する。図 26 は、本発明の第 14 の実施の形態の構成図であり、図 27 は、負荷変動と静止形周波数変換装置の運転台数の一例を示した図である。図 26 において、図 2 と同一要素については同一符号を付し、説明を省略する。

【0109】図 26 は、静止形周波数変換装置が 2 台接続された例である。図 26 において、静止形周波数変換装置 101A はレベル検出器 12A の出力である 51A で起動し、静止形周波数変換装置 101B はレベル検出器 12B の出力である 51B で起動する。

【0110】図 26 の様に構成すれば、レベル設定器 11A、レベル設定器 11B の設定値に応じて、2 台の静止形周波数変換装置は両方停止、片側のみ運転、両方運転と、負荷に応じて運転台数を選択することができる。

【0111】図 27 は、図 26 に示す回路を適用した場合の、負荷変動と静止形周波数変換装置の運転台数の一例を示した図である。負荷がレベル 11A に達するまで

は回転形周波数変換装置だけを運転し、負荷がレベル 11A から 11B の間は静止形周波数変換装置を 1 台運転し、レベル 11B 以上の負荷の場合は 2 台運転となる。

【0112】この様にすれば、静止形周波数変換装置が複数台あるシステムにおいて、図 26、27 に示すように静止形周波数変換装置台数分のレベル検出器を設け、それぞれの検出レベルを異ならせ、装置毎に運転停止を決定すれば、システム全体として最も損失を少なくできる周波数変換装置の制御装置を提供できる。

【0113】なお、説明は第 2 の実施の形態に適用した場合で行ったが、同様に第 1、第 3、第 4 の実施の形態に適用できることは言うまでもない。次に本発明の第 15 の実施の形態について説明する。

【0114】図 28 は、本発明の第 15 の実施の形態の構成図である。図 28 において、図 16 と同一要素については同一符号を付し、説明を省略する。図 28 において、リミッタ回路 31 は、ゲイン調整器 28 から出力される有効電流基準 54、無効電流基準 55 にリミッタをかける。

【0115】静止形周波数変換装置は前述したように、過負荷に対する時間耐量が比較的短いという特徴がある。従って、負荷変動で過渡的に過負荷になった場合でも、ゲイン調整器 28 の出力する有効電流基準 54、無効電流基準 55 が静止形周波数変換装置の定格を越えないようにリミッタをかける。

【0116】このとき、リミッタをかけたために、静止形周波数変換装置で分担できなくなった負荷は回転形周波数変換装置から供給される。回転形周波数変換装置は静止形周波数変換装置に比較して過負荷に対する時間耐量があり、短時間であれば問題ない。

【0117】図 29 に本発明の第 10 の実施の形態、第 11 の実施の形態、第 15 の実施の形態を組み合わせたときの構成図を示す。図 29 において出力電流有効成分 (Idout) 58 と、出力電流無効成分 (Iqout) 59 をゲイン調整器 28A 及び 28B に入力する。

【0118】ゲイン調整器 28A においては図 17 に示す演算を行い、静止形周波数変換装置有効電流基準 54A、および無効電流基準 55A を出力する。ゲイン調整器 28B においては図 20 に示す演算を行い静止形周波数変換装置有効電流基準 54B、および無効電流基準 55B を出力する。

【0119】それらの基準を最大値選択回路 14A に入力し、大きい方の値を静止形周波数変換装置の電流基準とする。但し、静止形周波数変換装置の定格を越えないようにリミッタ 31 をもうける。

【0120】図 27 のように構成すれば、逆相分または実効電流のいずれか大きい値を静止形周波数変換装置の電流基準とするため、負荷が大きく変動しても回転形周

波数変換装置の出力が適正な値に保たれる。

【0121】次に本発明の第16の実施の形態について説明する。図30は、本発明の第16の実施の形態の構成図である。図30において、図26と同一要素については同一符号を付し、説明を省略する。

【0122】回転形周波数変換装置が既に1台以上運転中に、更にもう一台の回転形周波数変換装置を追加並入する場合、通電流や擾乱を防止するために先行して運転中の回転形周波数変換装置の負荷を一定値（追加並入可能電流と称す）以下とする必要がある。

【0123】静止形周波数変換装置は、電流基準に応じて出力電流の制御ができるため、回転形周波数変換装置を追加並入する際に、運転中の回転形周波数変換装置の出力電流を追加並入可能電流以下となるように静止形周波数変換装置で分担すればよい。

【0124】図30においては、レベル設定器11Cにて設定した値を交流電流検出器9にて検出した周波数変換システムの出力電流から減算し、その値を静止形周波数変換装置の電流基準として与えることにより、回転形周波数変換装置の分担電流はレベル設定器11Cの値以上にはならない。

【0125】但し、第15の実施の形態にて説明したように、静止形周波数変換装置の定格（連続過負荷耐量）以上の電流基準とならないように最終段で静止形周波数変換装置の電流基準のリミッタ31を設けている。

【0126】なお、前述したように、無負荷時の損失は回転形周波数変換装置に比較して静止形周波数変換装置は少ないため、常時運転中に図29に示す電流基準とする必要はなく、常時運転中は本発明の第9の実施の形態から第13の実施の形態にて説明したいずれかの電流基準で静止形周波数変換装置を運転し、回転形周波数変換装置の追加並入予告信号を受信したときに、静止形周波数変換装置の電流基準を図30に示すように切り替え、並入終了後、元の電流基準に戻すと入った操作を行えば、定常運転中の損失を低減でき、かつ、回転形周波数変換装置並入時の操作が容易となる周波数変換システムの制御装置を提供できる。

【0127】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の請求項1に係る周波数変換システムによれば、周波数変換システムの出力電流を計測する計測手段と、計測手段の出力が一定値を超えたことを検出するレベル検出手段とを具備し、レベル検出手段が一定値を超えたことを検出した場合に、静止形周波数変換装置を起動することにより、出力電流すなわち負荷電流が少ない領域においては回転形周波数変換装置を運転して無負荷損の少ない静止形周波数変換装置を停止し、負荷電流が一定値を越えた領域で回転形周波数変換装置に加えて静止形周波数変換装置を運転することにより、周波数変換システム全体の運転損失を低減できる周波数変換システムを提供できる。

【0128】本発明の請求項2に係る周波数変換システムによれば、周波数変換システムの出力電流を計測する計測手段と、計測手段の出力の各相の実効値を検出する実効値演算手段と、各相の実効値の最大値を選択する最大値選択手段と、各相の実効値の最大値が一定値を超えたことを検出するレベル検出手段とを具備し、3相の各相毎の実効値のうち、1相でも一定値以上となった時に静止形周波数変換装置を起動することにより、出力電流の各相毎の実効値が低い領域においては、回転形周波数変換装置だけを運転して無負荷損の少ない静止形周波数変換装置を停止し、負荷電流が大きい領域で回転形周波数変換装置に加えて静止形周波数変換装置を運転することにより、回転形周波数変換装置を過負荷にすることなくかつ周波数変換システム全体の運転損失を低減できる周波数変換システムを提供できる。

【0129】本発明の請求項3に係る周波数変換システムによれば、周波数変換システムの出力電流を計測する計測手段と、計測手段の出力から逆相成分を検出する逆相検出手段と、逆相成分が一定値を超えたことを検出するレベル検出手段とを具備し、出力電流の逆相成分が一定値を越えたことで静止形周波数変換装置を起動することにより、出力電流の逆相成分が低い領域においては回転形周波数変換装置だけを運転して無負荷損の少ない静止形周波数変換装置を停止し、逆相成分が大きい領域においては、回転形周波数変換装置に加えて静止形周波数変換装置を運転することにより、回転形周波数変換装置の逆相電流の過負荷を防止し、かつ周波数変換システム全体の運転損失を低減できる周波数変換システムを提供できる。

【0130】本発明の請求項4に係る周波数変換システムによれば、周波数変換システムの出力電流を計測する計測手段と、計測手段の出力の各相の実効値を検出する実効値検出手段と、各相の実効値の最大値を選択する最大値選択手段と、各相の実効値の最大値が一定値を超えたことを検出する第1のレベル検出手段と、出力電流を計測する計測手段の出力から逆相成分を検出する逆相検出手段と、逆相成分が一定値を超えたことを検出する第2のレベル検出手段とを具備し、出力電流の各相の実効値の最大値または逆相成分が一定値を越えたことで静止形周波数変換装置を起動することにより、出力電流の各相実効値及び逆相成分が小さく回転形周波数変換装置が過負荷とならない領域においては回転形周波数変換装置だけを運転して無負荷損の少ない静止形周波数変換装置を停止し、各相実効値または逆相成分が大きい領域においては、回転形周波数変換装置に加えて静止形周波数変換装置を運転することにより、回転形周波数変換装置の逆相電流および各相の過負荷を防止し、かつ周波数変換システム全体の運転損失を低減できる周波数変換システムを提供できる。

【0131】本発明の請求項5に係る周波数変換システ

ムによれば、実効値を検出する実効値検出手段および逆相成分を検出する逆相検出手段の後段に、それらの検出値の一定時間における平均値を検出する手段を具備することにより、回転形周波数変換装置の時間耐量に合わせて静止形周波数変換装置の起動停止を行えるため、静止形周波数変換装置の起動判定レベル付近での負荷変動が頻繁にあっても、不必要な静止形周波数変換装置の起動が抑制でき、擾乱を低減した周波数変換システムを提供できる。

【0132】本発明の請求項6に係る周波数変換システムによれば、各レベル検出手段にヒステリシス特性を持たせることにより、回転形周波数変換装置の逆相電流および各相の過負荷を防止できる上に、静止形周波数変換装置の不要な起動停止を防止し、かつ周波数変換システム全体の運転損失を低減できる周波数変換システムを提供できる。

【0133】本発明の請求項7に係る周波数変換システムによれば、各レベル検出手段の検出レベルを回転形周波数変換装置の定格電流とすることにより、負荷が回転形周波数変換装置の定格に達するまでは静止形周波数変換装置を停止しているため、周波数変換システム全体の運転損失がより少なくなり、かつ、回転形周波数変換装置の逆相電流および各相の過負荷を防止できる周波数変換システムを提供できる。

【0134】本発明の請求項8に係る周波数変換システムによれば、レベル検出手段の動作により静止形周波数変換装置が起動される前に、静止形周波数変換装置の直流コンデンサをあらかじめ定格直流電圧に準ずる電圧に充電しておくことにより、レベル検出手段が動作し起動指令発生後、直流コンデンサの充電操作を経ずに静止形周波数変換器を起動でき、高速な静止形周波数変換装置の起動および負荷分担が可能となり、回転形周波数変換装置の過負荷を防止できる周波数変換システムを提供できる。

【0135】本発明の請求項9に係る周波数変換システムによれば、静止形周波数変換装置の出力電流基準を、周波数変換システム全体の出力電流に一定比率を乗算した値とすることにより、静止形周波数変換装置起動後の、静止形周波数変換装置と回転形周波数変換装置の電流分担を所望の比率にした運転が可能な周波数変換システムを提供できる。

【0136】本発明の請求項10に係る周波数変換システムによれば、一定比率を、周波数変換システム全体の出力電流から回転形周波数変換装置の定格電流を減算し、それを周波数変換システム全体の出力電流で除算した値とすることにより、静止形周波数変換装置の起動後、出力電流に関係なくほぼ一定の損失がある回転形周波数変換装置を定格電流で運転し、残りを静止形周波数変換装置で分担することとなり、周波数変換システム全体の運転損失を低減できる周波数変換システムを提供で

きる。

【0137】本発明の請求項11に係る周波数変換システムによれば、一定比率を、周波数変換システム全体の出力電流に含まれる逆相電流から回転形周波数変換装置の定格逆相電流を減算し、それを周波数変換システム全体の逆相電流で除算した値とすることにより、静止形周波数変換装置の起動後、出力電流に関係なくほぼ一定の損失がある回転形周波数変換装置を逆相電流の定格電流で運転し、残りを静止形周波数変換装置で分担することとなり、周波数変換システム全体の運転損失を低減でき、かつ、回転形周波数変換装置の逆相分による過負荷を防止できる周波数変換システムを提供できる。

【0138】本発明の請求項12に係る周波数変換システムによれば、周波数変換システム全体の出力電流の逆相電流検出手段を具備し、静止形周波数変換装置の起動後の出力電流基準を、前記逆相電流検出手段の出力に一定比率を乗算した値とすることにより、静止形周波数変換装置の起動後、静止形周波数変換装置で逆相電流を分担することとなり、周波数変換システム全体の運転損失を低減でき、かつ、回転形周波数変換装置の逆相分による過負荷を防止できる周波数変換システムを提供できる。

【0139】本発明の請求項13に係る周波数変換システムによれば、一定比率を、システム全体の逆相電流から回転形周波数変換装置の定格逆相電流を減算しそれをシステム全体の逆相電流で除算した値とすることにより、静止形周波数変換装置の起動後、出力電流に関係なくほぼ一定の損失がある回転形周波数変換装置を逆相電流の定格電流で運転し、残りの逆相電流を静止形周波数変換装置で分担することとなり、周波数変換システム全体の運転損失を低減でき、かつ、回転形周波数変換装置の逆相成分による過負荷を防止できる周波数変換システムを提供できる。

【0140】本発明の請求項14に係る周波数変換システムによれば、静止形周波数変換装置が複数台からなる周波数変換システムにおいては、静止形周波数変換装置と同じ数のレベル検出手段を具備し、各レベル検出手段の検出レベルを異ならせ、各レベル検出手段の出力で1台ずつ静止形周波数変換装置を起動することにより、出力電流に応じて静止形周波数変換装置の起動台数を最適化することができ、周波数変換システム全体の運転損失を低減できる周波数変換システムを提供できる。

【0141】本発明の請求項15に係る周波数変換システムによれば、静止形周波数変換装置の出力電流基準を、静止形周波数変換装置の定格電流以下に制限することにより、回転形周波数変換装置に比較して、過負荷の時間耐量が少ない静止形周波数変換装置が過負荷になることなく、信頼性の高い周波数変換システムを提供できる。

【0142】本発明の請求項16に係る周波数変換シス

テムによれば、周波数変換システム全体の出力電流を計測する計測手段を具備し、静止形周波数変換装置の出力電流基準を、計測手段の出力から、回転形周波数変換装置の追加並入可能電流を減算した値以上とし、かつ、静止形周波数変換装置の定格以下とすることにより、静止形周波数変換装置が負荷電流を分担し、回転形周波数変換装置の分担電流が追加並入可能電流以下となり、回転形周波数変換装置の追加並入を容易に行える周波数変換システムを提供できる。

【図面の簡単な説明】

- 【図 1】 本発明の第 1 の実施の形態の構成図。
 【図 2】 本発明の第 2 の実施の形態の構成図。
 【図 3】 本発明の第 2 の実施の形態の他の構成を示す図。
 【図 4】 本発明の第 3 の実施の形態の構成図。
 【図 5】 本発明の第 3 の実施の形態の動作説明図。
 【図 6】 本発明の第 4 の実施の形態の構成図。
 【図 7】 本発明の第 5 の実施の形態の構成図。
 【図 8】 本発明の第 5 の実施の形態の他の構成を示す図。
 【図 9】 本発明の第 5 の実施の形態の他の構成を示す図。
 【図 10】 本発明の第 6 の実施の形態の構成図。
 【図 11】 本発明の第 6 の実施の形態の動作説明図。
 【図 12】 本発明の第 7 の実施の形態の動作説明図。
 【図 13】 本発明の第 8 の実施の形態の動作説明図。
 【図 14】 本発明の第 8 の実施の形態の構成図。
 【図 15】 電圧形自励式変換器の一般的な制御回路を示した図。
 【図 16】 本発明の第 9 の実施の形態の構成図。
 【図 17】 本発明の第 10 の実施の形態の構成図。
 【図 18】 本発明の第 10 の実施の形態の動作説明図。
 【図 19】 本発明の第 11 の実施の形態の構成図。
 【図 20】 本発明のゲイン調整器の説明図。
 【図 21】 本発明の第 11 の実施の形態の動作説明図。
 【図 22】 本発明の第 11 の実施の形態の動作説明図。
 【図 23】 本発明の第 11 の実施の形態の動作説明図。
 【図 24】 本発明の第 12 の実施の形態の構成図。
 【図 25】 本発明のゲイン調整器の説明図。
 【図 26】 本発明の第 14 の実施の形態の構成図。
 【図 27】 本発明の第 14 の実施の形態の動作説明図。
 【図 28】 本発明の第 15 の実施の形態の構成図。

【図 29】 本発明の第 15 の実施の形態の他の構成を示す図。

【図 30】 本発明の第 16 の実施の形態の構成図。

【図 31】 従来の回転形周波数変換装置の構成を示す図。

【図 32】 電圧形自励式変換器による周波数変換装置の構成を示す図。

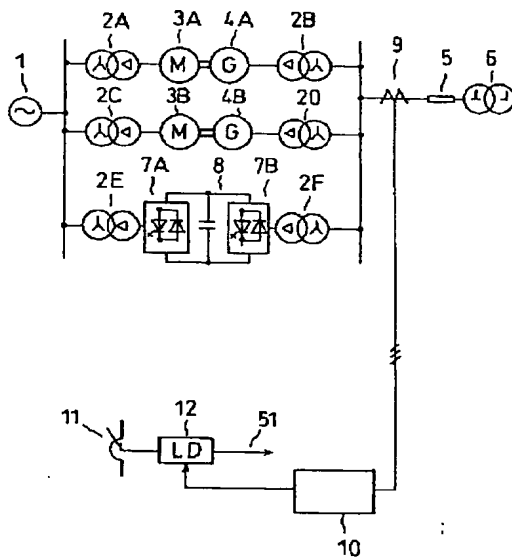
【図 33】 回転形周波数変換装置と静止形周波数変換装置の負荷と損失の関係を示す図。

10 【図 34】 負荷である列車を投入した場合の周波数変換システムの各部波形を示す図。

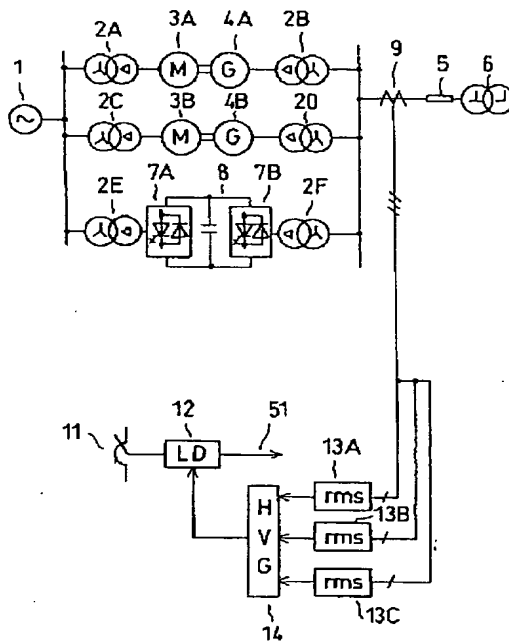
【符号の説明】

- 1・・・交流系統 2A～2H・・・変圧器
 3A, 3B・・・同期電動機 4A, 4B・・・交流発電機
 5・・・送電線 6・・・スコット変圧器
 7A～7D・・・電圧形自励式変換器
 8, 8A, 8B・・・直流コンデンサ
 20 9, 9A・・・交流電流検出器 10・・・3相全波整流器
 11A～11D・・・レベル設定器
 12A～12C・・・レベル検出器
 13A～13C・・・実効値演算回路
 14, 14A・・・最大値選択回路
 15・・・論理和回路 16・・・逆相検出回路
 17A～17D・・・時間平均演算回路
 30 18・・・オンディレー回路
 19A, 19B・・・ヒステリシス特性付きレベル比較器
 20・・・遮断器 21・・・初期充電回路
 22・・・交流電圧検出器 23・・・座標変換回路
 24・・・上位制御回路 25・・・定電流制御回路
 26・・・座標逆変換回路 27・・・パルス幅変調回路
 40 28・・・ゲイン調整回路 29・・・論理積回路
 30・・・逆相分抽出回路 31・・・リミッタ
 101・・・静止形周波数変換装置
 102・・・回転形周波数変換装置

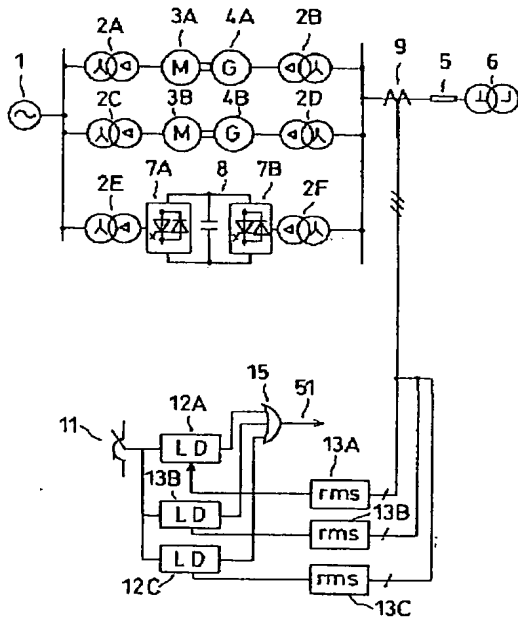
【図 1】



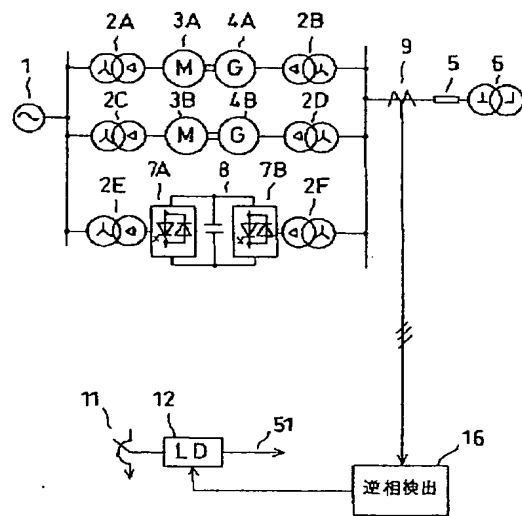
【図 2】



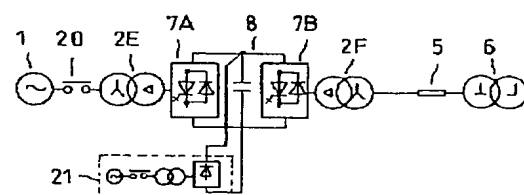
【図 3】



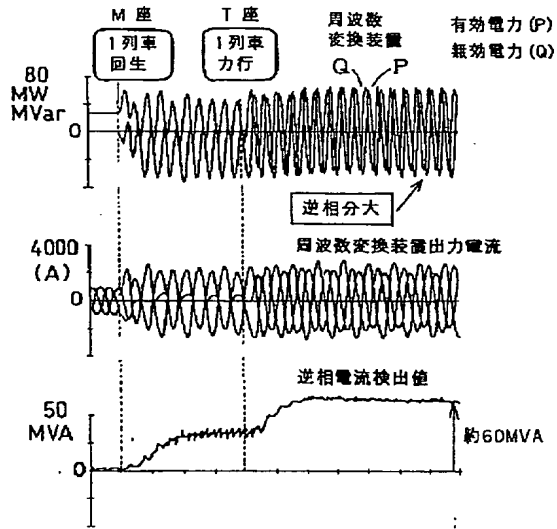
【図 4】



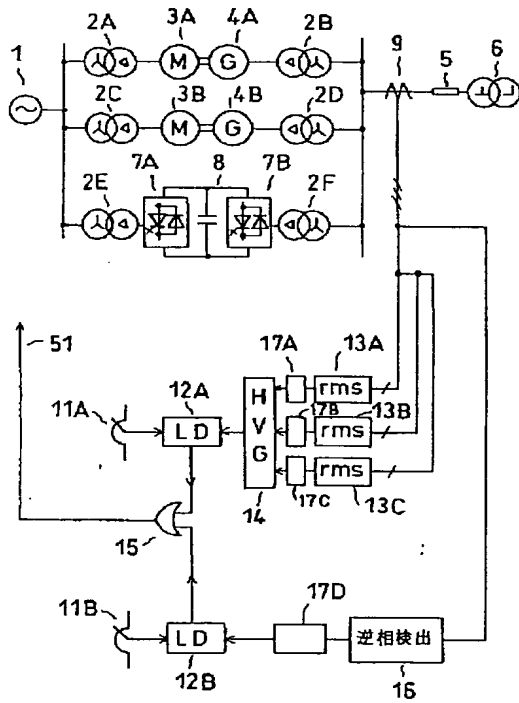
【図 1 4】



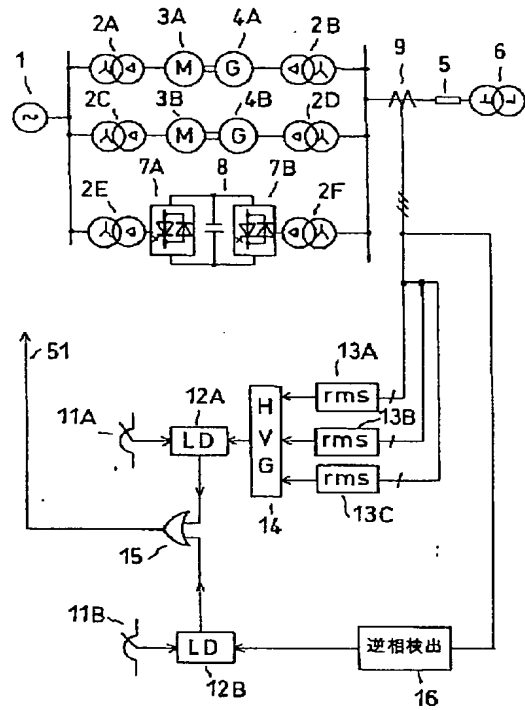
【図5】



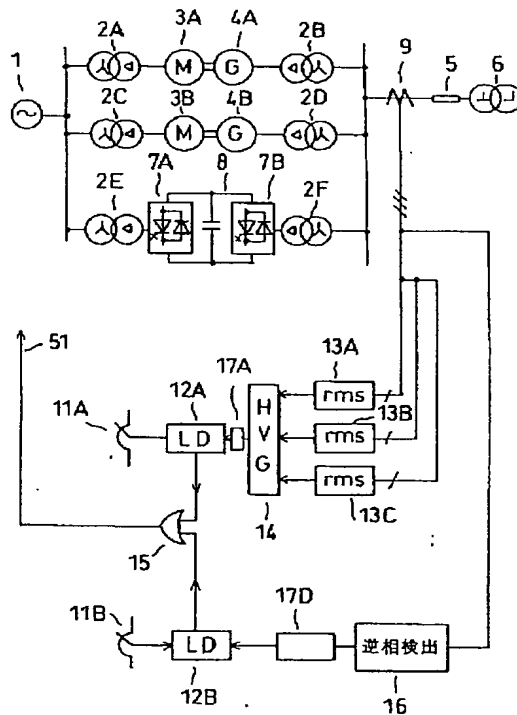
【図7】



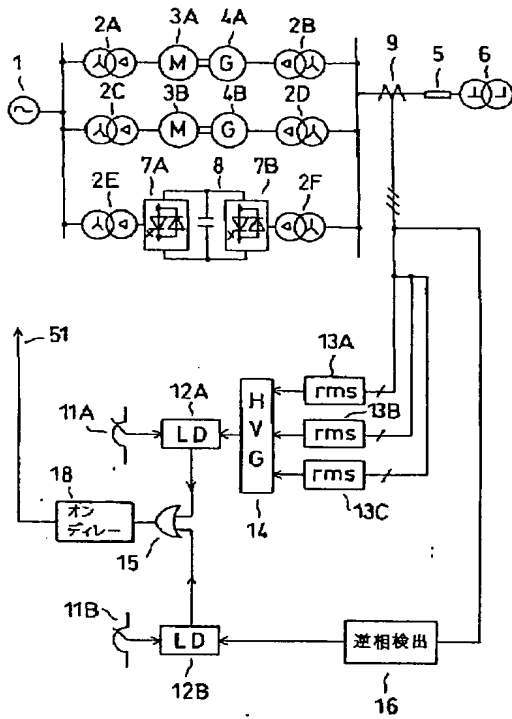
【図6】



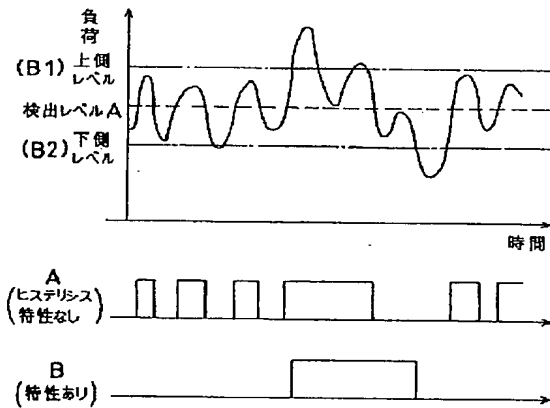
【図8】



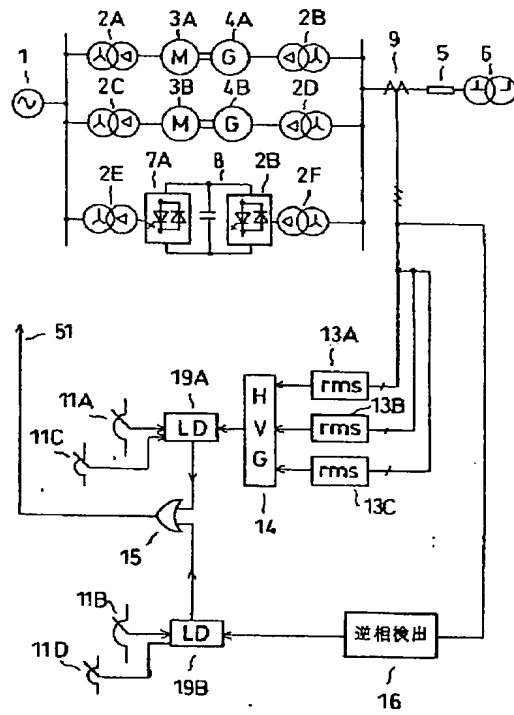
【図 9】



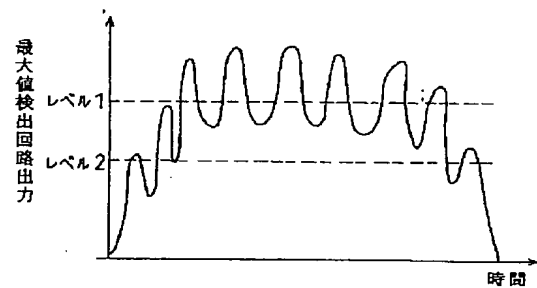
【図 11】



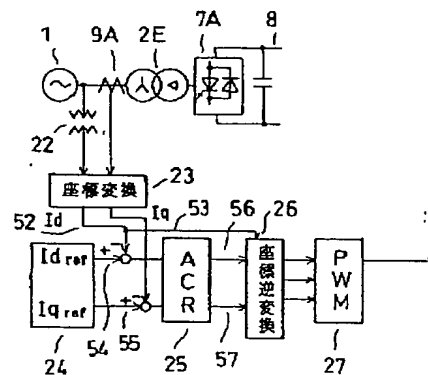
【図 10】



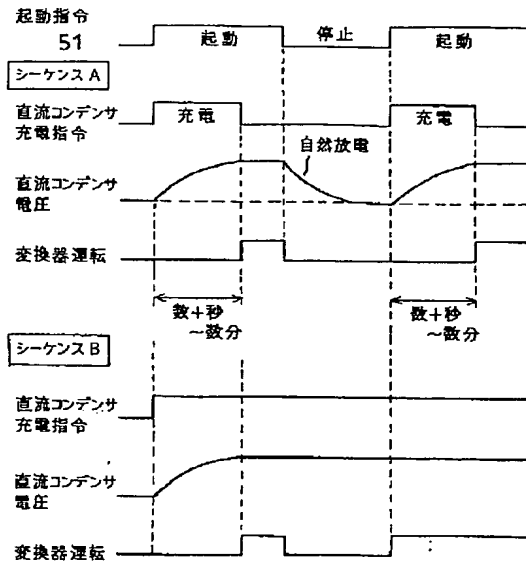
【図 12】



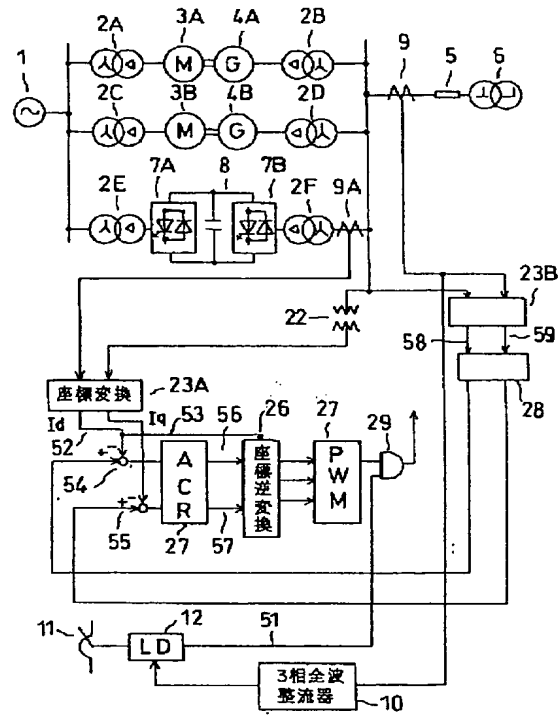
【図 15】



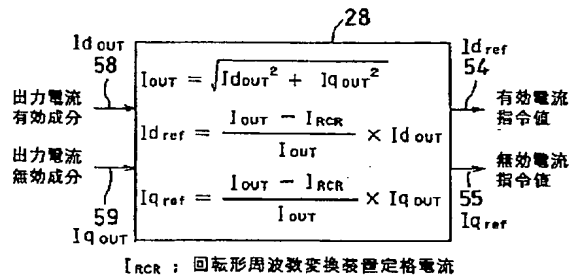
【図 13】



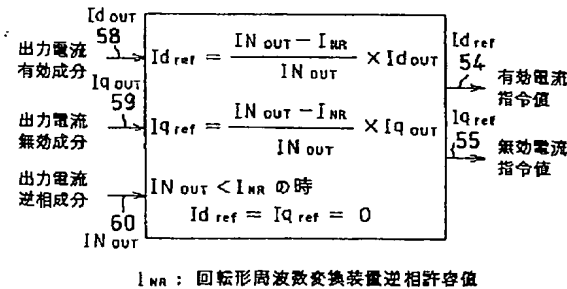
【図 16】



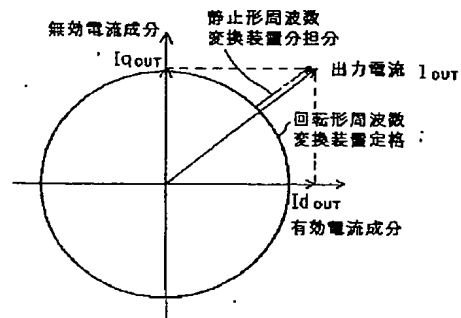
【図 17】



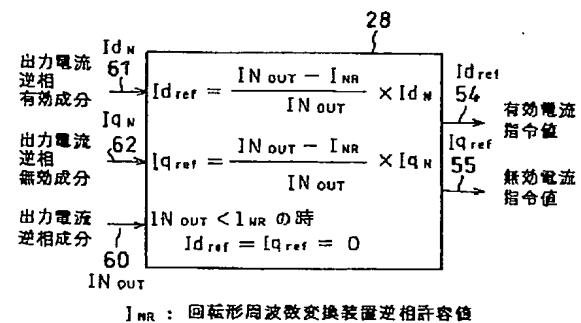
【図 20】



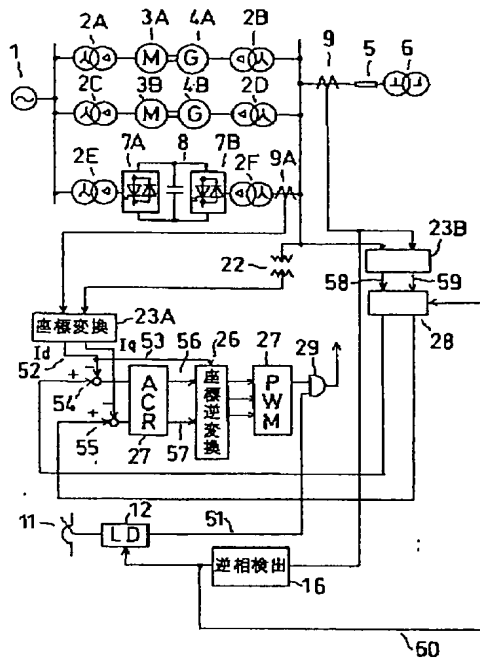
【図 18】



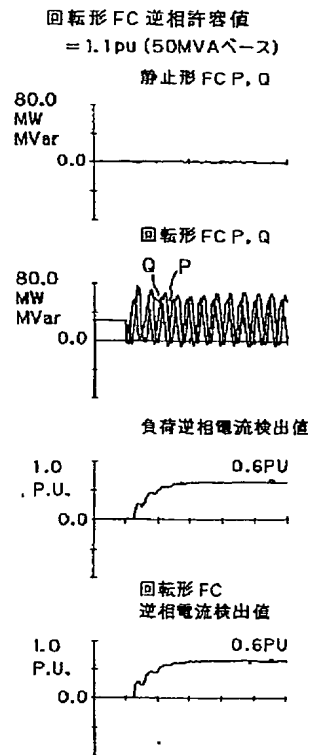
【図 25】



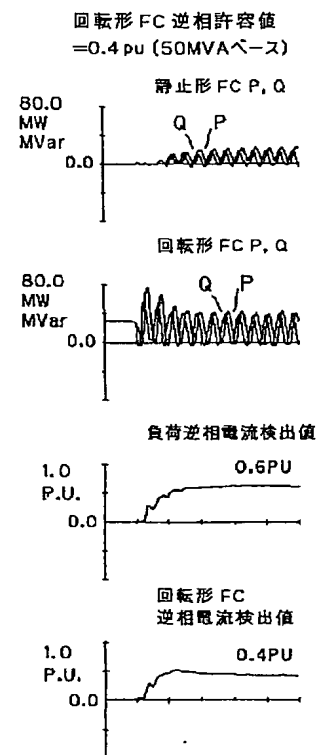
【図19】



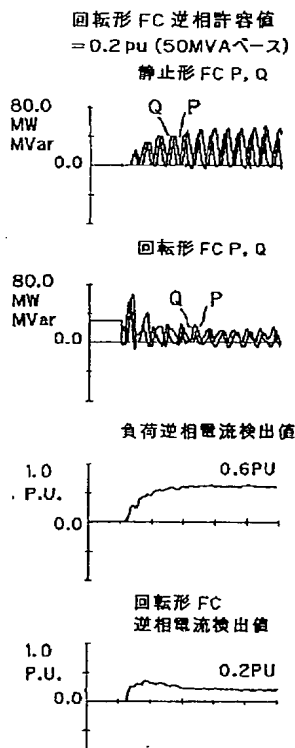
【図21】



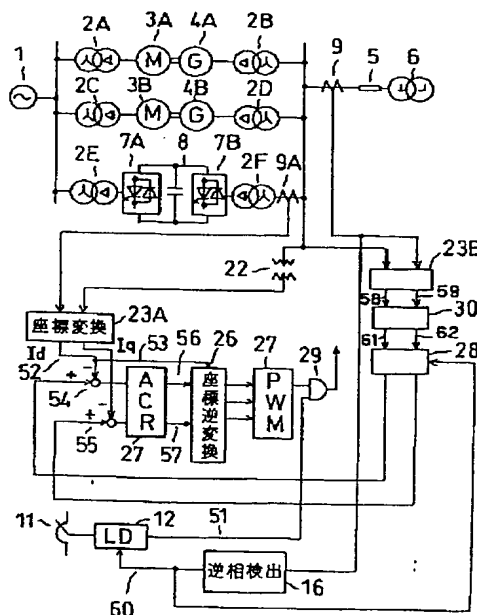
【図22】



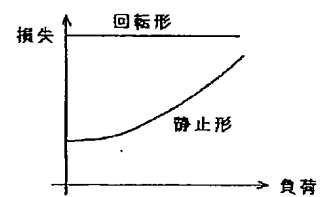
【図23】



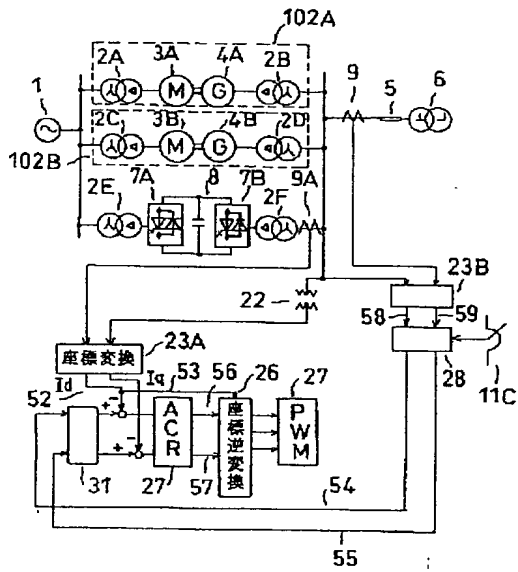
【図24】



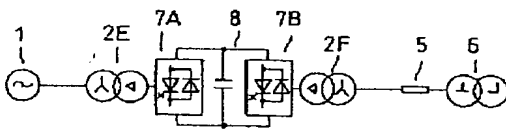
【図33】



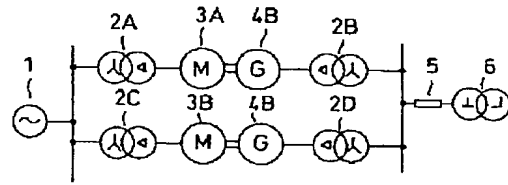
【図30】



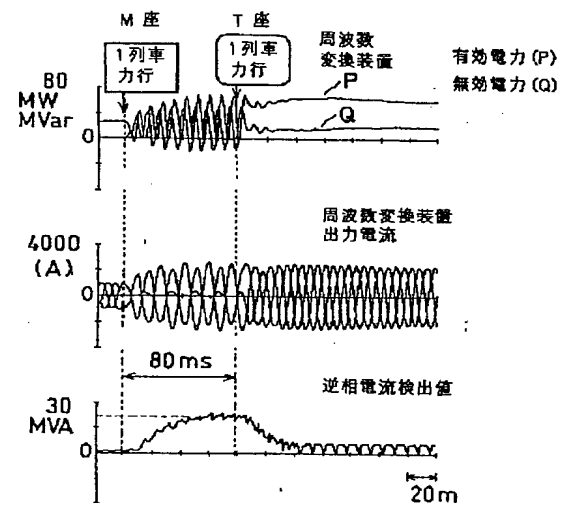
【図32】



【図31】



【図34】



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-134939

(43)Date of publication of application : 12.05.2000

(51)Int.Cl.

H02M 7/48

H02M 7/64

(21)Application number : 10-306221

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 28.10.1998

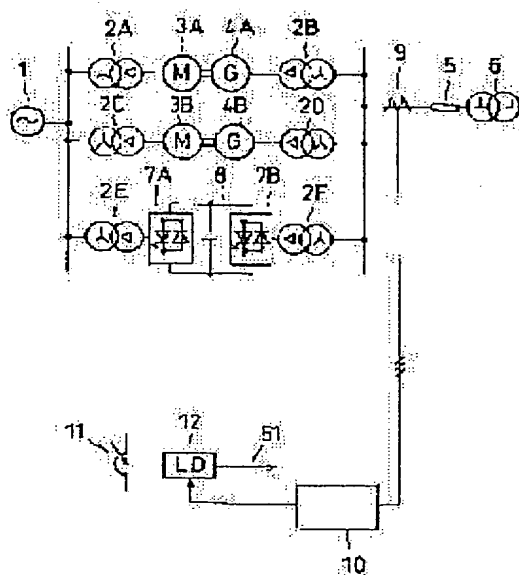
(72)Inventor : KAWAKAMI NORIKO
IJIMA YUUKIKIYU

(54) FREQUENCY CONVERTING SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the operation loss of a frequency converting system by only operating a rotary frequency converter in a domain in which the load current is small, and a stationary frequency converter in another domain in which the load current exceeds a fixed value when a level detecting means detects that the load current exceeds the fixed value,

SOLUTION: A frequency converting system is constituted in such a way that a rotary frequency converter and a stationary frequency converter are connected in parallel with each other and a train load is connected to the secondary side of a Scott transformer 6. The load current of the train load is detected by means of an output current detector 9, rectified into a direct current by means of a three-phase full-wave rectifier 10, and compared with the output of a level setter 11 by means of a level detector 12. When the train load increases, the load current and, accordingly, the output of the rectifier 10 increase and, when the output of the rectifier 10 exceeds the set level value of the setter 11, a start command is given to the stationary frequency converter. When the load is small and the output of the rectifier 10 does not exceed the set level value, on the other hand, the stationary frequency converter is stopped. Therefore, the loss of the frequency converting system can be reduced as a whole.



* NOTICES *

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]. It has the following and is characterized by starting a static frequency converter based on an output of said level detection means. Comprise a self-extinction of arc type element and exchange. A static frequency converter which consists of the 2nd voltage form self-excitation formula translation machine by which a DC terminal is connected to a direct-current capacitor by which a DC terminal of the 1st voltage form self-excitation formula translation machine that changes a direct current into exchange, and said 1st voltage form self-excitation formula translation machine is connected to a direct current, and said direct-current capacitor, A frequency conversion system which carries out multiple connection of the rotary type power converter which comprises a synchronous motor and an AC generator.

A measurement means which measures output current of a frequency conversion system. A level detection means which detects that an output of said measurement means exceeded constant value.

[Claim 2]. It has the following and is characterized by starting a static frequency converter based on an output of said level detection means. Comprise a self-extinction of arc type element and exchange. A static frequency converter which consists of the 2nd voltage form self-excitation formula translation machine by which a DC terminal is connected to a direct-current capacitor by which a DC terminal of the 1st voltage form self-excitation formula translation machine that changes a direct current into exchange, and said 1st voltage form self-excitation formula translation machine is connected to a direct current, and said direct-current capacitor, A frequency conversion system which carries out multiple connection of the rotary type power converter which comprises a synchronous motor and an AC generator.

A measurement means which measures output current of a frequency conversion system. An effective value detection means which detects an effective value of each phase of an output of said measurement means.

A highest selection means to choose the maximum of an effective value of each phase.
A level detection means which detects that the maximum of an effective value of each phase exceeded constant value.

[Claim 3]. It has the following and is characterized by starting a static frequency converter based on an output of said level detection means. Comprise a self-extinction of arc type element and exchange. A static frequency converter which consists of the 2nd voltage form self-excitation formula translation machine by which a DC terminal is connected to a direct-current capacitor by which a DC terminal of the 1st voltage form self-excitation formula translation machine that changes a direct current into exchange, and said 1st voltage form self-excitation formula translation machine is connected to a direct current, and said direct-current capacitor, A frequency conversion system which carries out multiple connection of the rotary type power converter which comprises a synchronous motor and an AC generator.

A measurement means which measures output current of a frequency conversion system.
An opposite phase detection means to detect an anti-phase component from an output of said measurement means.

A level detection means which detects that an anti-phase component exceeded constant value.

[Claim 4]. It has the following and is characterized by starting a static frequency converter based on an output of the 1st level detection means and the 2nd level detection means. Comprise a self-extinction of arc type element and exchange. A static frequency converter which consists of the 2nd voltage form self-excitation formula translation machine by which a DC terminal is connected to a direct-current capacitor by which a DC terminal of the 1st voltage form self-excitation formula translation machine that changes a direct current into exchange, and said 1st voltage form self-excitation formula translation machine is connected to a direct current, and said direct-current capacitor, A frequency conversion system which carries out multiple connection of the rotary type power converter which comprises a synchronous motor and an AC generator.

A measurement means which measures output current of a frequency conversion system.
An effective value detection means which detects an effective value of each phase of an output of said measurement means.

A highest selection means to choose the maximum of an effective value of each phase.
The 1st level detection means that detects that the maximum of an effective value of each phase exceeded constant value, an opposite phase detection means to detect an anti-phase component from an output of said measurement means, and the 2nd level detection means that detects that an anti-phase component exceeded constant value.

[Claim 5]The frequency conversion system possessing a time average calculating means

which detects average value in fixed time of those detection values in the latter part of said effective value detection means and an opposite phase detection means according to any one of claims 1 to 4.

[Claim 6]The frequency conversion system according to any one of claims 1 to 4 giving a hysteresis characteristic to said level detection means.

[Claim 7]The frequency conversion system according to any one of claims 1 to 4 making a disregard level of said level detection means into amperage rating of a rotary type power converter.

[Claim 8]The frequency conversion system according to any one of claims 1 to 4 charging a direct-current capacitor of said static frequency converter at voltage which applies to rated direct current voltage beforehand.

[Claim 9]The frequency conversion system according to any one of claims 1 to 4 making an output current standard after starting of said static frequency converter into a value which carried out the multiplication of the rate of a constant ratio to output current of a frequency conversion system.

[Claim 10]The frequency conversion system according to claim 9 making a rate of a constant ratio which carries out multiplication to output current of said frequency conversion system into a value which subtracted amperage rating of a rotary type power converter from output current of a frequency conversion system, and did division of the value by output current of a frequency conversion system.

[Claim 11]A rate of a constant ratio which carries out multiplication to output current of said frequency conversion system, The frequency conversion system according to claim 9 considering it as a value which subtracted allowable negative phase current of a rotary type power converter from negative phase current included in output current of a frequency conversion system, and did division of the value by negative phase current of a frequency conversion system.

[Claim 12]A negative-phase-current detection means to detect an anti-phase component contained in output current of said frequency conversion system is provided, The frequency conversion system according to any one of claims 1 to 4 making an output current standard after starting of a static frequency converter into a value which carried out the multiplication of the rate of a constant ratio to an output of said negative-phase-current detection means.

[Claim 13]The frequency conversion system according to claim 12 making a rate of a constant ratio which carries out multiplication to an output of said negative-phase-current detection means into a value which subtracted rated negative phase current of a rotary type power converter from negative phase current of a frequency conversion system, and did division of the value by negative phase current of a frequency conversion system.

[Claim 14]In a frequency conversion system to which two or more sets of said static frequency converter were connected, The frequency conversion system according to any one of claims 1 to 4 by which it is starting-each static frequency converter which possesses level detection means of static frequency converter and the same number, changes

disregard level of each level detection means, and corresponds with output of each level detection means characterized.

[Claim 15]The frequency conversion system possessing a limit means which restricts an output current standard of said static frequency converter to below amperage rating of a static frequency converter according to any one of claims 9 to 13.

[Claim 16]Comprise a self-extinction of arc type element and exchange. A static frequency converter which consists of the 2nd voltage form self-excitation formula translation machine by which a DC terminal is connected to a direct-current capacitor by which a DC terminal of the 1st voltage form self-excitation formula translation machine that changes a direct current into exchange, and said 1st voltage form self-excitation formula translation machine is connected to a direct current, and said direct-current capacitor, In a frequency conversion system which carries out multiple connection of two or more rotary type power converters which comprise a synchronous motor and an AC generator, Provide a measurement means which measures output current of a frequency conversion system, and an output current standard of a static frequency converter, A frequency conversion system as for which making it more than a value that subtracted ON possible current about the same as an addition of a rotary type power converter from an output of said measurement means, and below rating of a static frequency converter carrying out.

[Translation done.]

* NOTICES *

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention is concerned with control of the frequency conversion system for linking an electric power system with different frequency like the current supply for the Shinkansen, A static frequency converter which consists of a voltage form self-excitation formula translation machine which comprises a self-extinction of arc type element, changes exchange into a direct current and changes a direct current into exchange especially, It is related with control of the frequency conversion system which carries out multiple connection of the rotary type power converter which outputs frequency which comprises a synchronous motor and an AC generator and is different, respectively.

[0002]

[Description of the Prior Art]The conventional frequency conversion system is shown in drawing 31. In drawing 31, 1 is a power line whose alternating current system, 2A - 2D a transformer, and 3A and 3B transmit electricity to 4A, a synchronous motor and 4B transmit electricity to an AC generator, and transmit the output of an AC generator to load 5, and 6 is the Scott transformer. The train load which is not illustrated is connected with the secondary of the Scott transformer.

[0003]The system of drawing 31 turns a synchronous motor on the frequency of the alternating current system 1, rotates a synchronous motor and the dynamo of the same axle, and is generated. In order to change frequency, the pole has a rate of a frequency ratio to change. For example, in the electric motor side, the dynamo side has a ratio of six to five to change 50 Hz of the alternating current system 1 into 60 Hz. Thus, the device which changes frequency combining an electric motor and a dynamo is called the rotary type power converter.

[0004]Thus, conventionally, according to the capacity which a load side (train) requires, multiple connection of the rotary type power converter was carried out, and the frequency conversion system was constituted. On the other hand, manufacture of a mass power converter with a self-excitation formula translation machine was attained in recent years

with large-scale-izing of the element in which self-extinction of arc types, such as a gate turn-off thyristor (it omits the following GTO), are possible.

[0005]A frequency conversion system with a self-excitation formula translation machine is shown in drawing 32. In drawing 32, the same element as explained drawing 31 already is expressed with the same numerals, and explanation is omitted. The voltage form self-excitation formula translation machine which changes exchange into a direct current and from which 7A and 7B comprise GTO etc., and they change a direct current into exchange, and 8 are direct-current capacitors.

[0006]The system of drawing 32 changes the electric power of the alternating current system 1 into a direct current with the voltage form self-excitation formula translation machine 7A, and changes it into the alternating current power of the frequency of a request with the voltage form self-excitation formula translation machine 7B connected via the direct-current capacitor 8. When electric power is revived from a load side, electric power flows into the voltage form self-excitation formula translation machine 7A through a direct-current capacitor from the voltage form self-excitation formula translation machine 7B. General operation of the voltage form self-excitation formula translation machine is indicated in detail in Institute of Electrical Engineers of Japan editing "semiconductor power inverter circuit" of Chapter 6, and Chapter 9.

[0007]The power converter which comprises a semiconductor as shown in drawing 32 is called the static frequency converter, and a static frequency converter has an advantage of deactivation with few losses at the time of no-load being able to control easily the output voltage and output current which can be performed in a short time as compared with a rotary type power converter.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]Conventionally, there was no frequency conversion system which carries out multiple connection of a rotary type power converter and the static frequency converter, and there was no control system which employed efficiently the characteristic that a rotary type power converter differs from a static frequency converter, respectively.

[0009]The feature of the train which are a rotary type power converter, a static frequency converter, and load is shown below.

- As shown in rotary type power converter 1 drawing 33, a loss is not based on load but about 1 constant value is shown.

[0010]2) The time tolerated dose to an overload is large.

3) Deactivation takes time. (10 minutes or more)

4) Restriction of load is required, when other rotary type power converters have risen beforehand and it throws in a rotary type power converter by addition.

[0011]- As shown in static frequency converter 1 drawing 33, change a loss with load. Especially the loss at the time of no-load is small.

[0012]2) There is no time tolerated dose to an overload.

3) Deactivation can be done at high speed.

4) Output voltage and a phase are controllable at high speed.

[0013]5) Even if other power converters have risen beforehand, there is no restriction to an additional injection.

- Load (train)

1) Since it is single phase load, reverse use current (current with the usual three phase circuit and the phase sequence of counterrotation) is large.

[0014]The waveform at the time of supplying load to the secondary of the Scott transformer 6 in drawing 31 is shown in drawing 34. If drawing 34 is a waveform at the time of making 30 MW of 30 MW application of load M seat of the Scott transformer after the 80 term s on T seat and the load of M seat and T seat is tales doses, negative phase current will not flow, but if there is imbalance, negative phase current will occur.

[0015]2) Change load continuously according to the diagram of a train, and the degree of acceleration and deceleration.

3) When a train slows down, active power is revived from a train to a power supply.

The purpose of this invention has a loss in providing the control device of the frequency conversion system which carries out multiple connection of a few and reliable rotary type power converter and static frequency converter taking advantage of the above features.

[0016]

[Means for Solving the Problem]In order to attain the above-mentioned purpose, according to the frequency conversion system concerning claim 1 of this invention. A measurement means which measures output current of a frequency conversion system, and a level detection means which detects that an output of a measurement means exceeded constant value are provided, When it is detected that a level detection means exceeded constant value, by starting a static frequency converter, In a field with little output current, i.e., load current, operate a rotary type power converter, and a static frequency converter with little no-load loss is suspended, When load current operates a static frequency converter in a field beyond constant value in addition to a rotary type power converter, a frequency conversion system which can reduce an operation loss of the frequency conversion whole system can be provided.

[0017]A measurement means which measures output current of a frequency conversion system according to the frequency conversion system concerning claim 2 of this invention, An effective value calculating means which detects an effective value of each phase of an output of a measurement means, and a highest selection means to choose the maximum of an effective value of each phase, By starting a static frequency converter, when a level detection means which detects that the maximum of an effective value of each phase exceeded constant value is provided and a plane 1 also reaches beyond constant value among effective values for every phase of a three phase circuit, In a field where an effective value for every phase of output current is low, By operating only a rotary type power converter, suspending a static frequency converter with little no-load loss, and operating a

static frequency converter in a field where load current is large in addition to a rotary type power converter, A frequency conversion system which can reduce an operation loss of the frequency conversion whole system can be provided without making a rotary type power converter into an overload.

[0018]A measurement means which measures output current of a frequency conversion system according to the frequency conversion system concerning claim 3 of this invention, By providing an opposite phase detection means to detect an anti-phase component from an output of a measurement means, and a level detection means which detects that an anti-phase component exceeded constant value, and starting a static frequency converter because an anti-phase component of output current exceeded constant value, In a field which an anti-phase component of output current operates only a rotary type power converter in a low field, and suspends a static frequency converter with little no-load loss and where an anti-phase component is large, By operating a static frequency converter in addition to a rotary type power converter, a frequency conversion system which prevents an overload of negative phase current of a rotary type power converter, and can reduce an operation loss of the frequency conversion whole system can be provided.

[0019]A measurement means which measures output current of a frequency conversion system according to the frequency conversion system concerning claim 4 of this invention, An effective value detection means which detects an effective value of each phase of an output of a measurement means, and a highest selection means to choose the maximum of an effective value of each phase, The 1st level detection means that detects that the maximum of an effective value of each phase exceeded constant value, An opposite phase detection means to detect an anti-phase component from an output of a measurement means which measures output current, By providing the 2nd level detection means that detects that an anti-phase component exceeded constant value, and starting a static frequency converter because the maximum or an anti-phase component of an effective value of output current exceeded constant value, [of each phase] In a field to which a rotary type power converter does not serve as an overload small, each phase effective value and an anti-phase component of output current operate only a rotary type power converter, and a static frequency converter with little no-load loss is suspended, In a field where each phase effective value or an anti-phase component is large, By operating a static frequency converter in addition to a rotary type power converter, a frequency conversion system which prevents negative phase current of a rotary type power converter and an overload of each phase, and can reduce an operation loss of the frequency conversion whole system can be provided.

[0020]By providing a means to detect average value in fixed time of those detection values in the latter part of an opposite phase detection means to detect an effective value detection means and an anti-phase component which detect an effective value according to the frequency conversion system concerning claim 5 of this invention, Since deactivation of a static frequency converter can be performed according to a time tolerated dose of a rotary

type power converter, even if a load change near the starting judging level of a static frequency converter occurs frequently, starting of an unnecessary static frequency converter can be controlled and a frequency conversion system which reduced turbulence can be provided.

[0021]According to the frequency conversion system concerning claim 6 of this invention, by giving a hysteresis characteristic to each level detection means, A frequency conversion system which can prevent negative phase current of a rotary type power converter and an overload of each phase, prevents unnecessary deactivation of a static frequency converter, and can reduce an operation loss of the frequency conversion whole system can be provided.

[0022]According to the frequency conversion system concerning claim 7 of this invention, by making a disregard level of each level detection means into amperage rating of a rotary type power converter, Since a static frequency converter is suspended until load reaches rating of a rotary type power converter, a frequency conversion system which an operation loss of the frequency conversion whole system decreases more, and can prevent negative phase current of a rotary type power converter and an overload of each phase can be provided.

[0023]Before a static frequency converter is started by operation of a level detection means according to the frequency conversion system concerning claim 8 of this invention, By charging voltage which applies to rated direct current voltage beforehand, a direct-current capacitor of a static frequency converter, A stood [still] type frequency converter can be started without the level detection means's operating and passing through charge operation of a direct-current capacitor after starting command generating, starting of a high-speed static frequency converter and load sharing become possible, and a frequency conversion system which can prevent an overload of a rotary type power converter can be provided.

[0024]By making an output current standard of a static frequency converter into a value which carried out the multiplication of the rate of a constant ratio to output current of the frequency conversion whole system according to the frequency conversion system concerning claim 9 of this invention, A frequency conversion system in which operation which made a desired ratio a current share of a static frequency converter and a rotary type power converter after static frequency converter starting is possible can be provided.

[0025]According to the frequency conversion system concerning claim 10 of this invention, a rate of a constant ratio, By subtracting amperage rating of a rotary type power converter from output current of the frequency conversion whole system, and considering it as a value which did division of it by output current of the frequency conversion whole system, A rotary type power converter which has the loss of **** regularity regardless of output current will be operated by amperage rating after starting of a static frequency converter, a static frequency converter will share the remainder, and a frequency conversion system which can reduce an operation loss of the frequency conversion whole system can be provided.

[0026]According to the frequency conversion system concerning claim 11 of this invention,

a rate of a constant ratio, By subtracting rated negative phase current of a rotary type power converter from negative phase current included in output current of the frequency conversion whole system, and considering it as a value which did division of it by negative phase current of the frequency conversion whole system, A rotary type power converter which has a related almost fixed loss in output current is operated by amperage rating of negative phase current after starting of a static frequency converter, A frequency conversion system which will share the remainder with a static frequency converter, and can reduce an operation loss of the frequency conversion whole system, and can prevent an overload by a negative phase sequence component of a rotary type power converter can be provided.

[0027]According to the frequency conversion system concerning claim 12 of this invention, a negative-phase-current detection means of output current of the frequency conversion whole system is provided, By making an output current standard after starting of a static frequency converter into a value which carried out the multiplication of the rate of a constant ratio to an output of said negative-phase-current detection means, A frequency conversion system which will share negative phase current with a static frequency converter after starting of a static frequency converter, and can reduce an operation loss of the frequency conversion whole system, and can prevent an overload by a negative phase sequence component of a rotary type power converter can be provided.

[0028]By considering it as a value which subtracted rated negative phase current of a rotary type power converter from negative phase current of the whole system for a rate of a constant ratio, and did division of it by negative phase current of the whole system according to the frequency conversion system concerning claim 13 of this invention, A rotary type power converter which has a related almost fixed loss in output current is operated by amperage rating of negative phase current after starting of a static frequency converter, A frequency conversion system which will share the remaining negative phase current with a static frequency converter, and can reduce an operation loss of the frequency conversion whole system, and can prevent an overload by an anti-phase component of a rotary type power converter can be provided.

[0029]In a frequency conversion system by which a static frequency converter consists of two or more sets according to the frequency conversion system concerning claim 14 of this invention, By providing same number as a static frequency converter of level detection means, changing a disregard level of each level detection means, and starting one static frequency converter at a time with an output of each level detection means, According to output current, the number of starting of a static frequency converter can be optimized, and a frequency conversion system which can reduce an operation loss of the frequency conversion whole system can be provided.

[0030]According to the frequency conversion system concerning claim 15 of this invention, an output current standard of a static frequency converter by restricting to below amperage rating of a static frequency converter, A reliable frequency conversion system can be

provided without a static frequency converter with few time tolerated doses of an overload becoming an overload as compared with a rotary type power converter.

[0031]According to the frequency conversion system concerning claim 16 of this invention, a measurement means which measures output current of the frequency conversion whole system is provided, By making an output current standard of a static frequency converter more than a value that subtracted ON possible current about the same as an addition of a rotary type power converter from an output of a measurement means, and below rating of a static frequency converter carrying out it, A static frequency converter shares load current, below in ON possible current about the same as an addition, assignment current of a rotary type power converter becomes, and a frequency conversion system which can perform easily about the same ON as an addition of a rotary type power converter can be provided.

[0032]

[Embodiment of the Invention]Hereafter, an embodiment of the invention is described with reference to drawings. Drawing 1 is a lineblock diagram of a 1st embodiment of this invention. In Drawing 1, identical codes are attached about the same element as drawing 31 and drawing 32, and explanation is omitted.

[0033]In drawing 1, the alternating current detector 9 which measures output current is connected to the output side of the frequency conversion system which carries out multiple connection of a rotary type power converter and the static frequency converter, and full wave rectification of the three-phase alternating current from this alternating current detector 9 is carried out with the three-phase-circuit full wave rectifier 10.

[0034]With the level-setting machine 11, the level which starts a static frequency converter is set up, and the output of the three-phase-circuit full wave rectifier 10 and the output of the level-setting machine 11 are measured, and in the level detector 12, when the output of the three-phase-circuit full wave rectifier 10 is large, the starting command 51 of a static frequency converter is outputted.

[0035]The circuit shown in drawing 1 operates as follows. There is train load which is not illustrated in the secondary of the Scott transformer 6 of drawing 1, and it is changing continuously according to a train operation diagram and an acceleration-and-deceleration pattern. The output current detector 9 detects the load current, and a three-phase-circuit full wave rectifier rectifies it, it is considered as the amount of direct current, and the level detector 12 compares with the output of the level-setting machine 11.

[0036]A starting command is issued by the static frequency converter, when load current will increase, the output of the three-phase-circuit full wave rectifier 10 will increase and a level-setting value will be exceeded, if train load increases. There is little train load, and when the output of the three-phase-circuit full wave rectifier 10 does not exceed a level-setting value, a static frequency converter stops.

[0037]Thus, if deactivation of a static frequency converter is performed in the circuit shown in drawing 1, when there is little train load, Since a rotary type power converter with little change of the loss by load is operated and a static frequency converter with few losses at

the time of no-load is suspended, the loss of the frequency conversion whole system can be reduced.

[0038]Next, a 2nd embodiment of this invention is described. Drawing 2 is a lineblock diagram of a 2nd embodiment of this invention. In drawing 2, identical codes are attached about the same element as drawing 1, and explanation is omitted.

[0039]In drawing 2, the effective value arithmetic circuits 13A-13C input the current of each phase of the output current detector 9, each effective value is calculated, and the highest selection circuit 14 inputs the output of the effective value arithmetic circuits 13A-13C, and chooses the maximum. The output of this highest selection circuit 14 turns into one input of the level detector 12.

[0040]The circuit shown in drawing 2 operates as follows. A starting command is issued by the static frequency converter, when load current will increase, the effective value of each phase will increase and the output of the highest selection circuit 14 will exceed a level-setting value, if train load increases. There is little train load, and when the maximum of each phase effective value does not exceed a level-setting value, a static frequency converter stops.

[0041]Since a phase with the heaviest load determines the deactivation of a static frequency converter by considering an effective value as the detection for every phase, for example also when [with many negative phase sequence components] the output current of each phase is imbalanced, the overload of a rotary type power converter can be prevented.

[0042]Thus, if deactivation of a static frequency converter is performed, in the circuit shown in drawing 2 when there is little train load, Since a time stick type power converter with little change of the loss by load is operated and a static frequency converter with few losses at the time of no-load is suspended, the loss of the frequency conversion whole system can be reduced.

[0043]As shown in drawing 3, even if the level detectors 12A-12C are formed in the latter part of the effective value arithmetic circuits 13A-13C of each phase for every phase, the output of the level detectors 12A-12C is inputted into the alternation gate 15 and it starts a static frequency converter with the output, it is clear that the same effect is acquired.

[0044]Next, a 3rd embodiment of this invention is described. Drawing 4 is a lineblock diagram of a 3rd embodiment of this invention. In drawing 4, identical codes are attached about the same element as drawing 1, and explanation is omitted.

[0045]In drawing 4, the opposite phase detector circuit 16 inputs the output of the alternating current detector 9, and detects a negative phase sequence component. The output of this opposite phase detector circuit 16 turns into one input of the level detector 12.

[0046]The circuit shown in drawing 4 operates as follows. if the load of M seat of the output of the Scott transformer 6 and T seat becomes imbalanced, the anti-phase component of output current will increase. For example, each part waveform when the regeneration load

of 30 MW is supplied to the power running load of 30 MW at a Scott transformer M seat and is supplied to T seat the 80 ms afterward is shown in drawing 5. At this time, the negative phase sequence component at the time of being supplied to the seat from which power running and regeneration differ is the largest, and, as for about 60 MVA(s) and current, the negative phase sequence component is only a negative phase sequence component mostly in drawing 5.

[0047]On the other hand, there is a limit of the negative phase sequence component which can be passed in a rotary type power converter, and if constant value is exceeded, an opposite phase relay etc. may operate and carry out a trip. Then, when an output will increase to the opposite phase detector 16 and a level-setting value will be exceeded if a frequency conversion system is controlled by a circuit like drawing 4, and the negative phase sequence component of train load increases, The starting command 51 is issued by the static frequency converter, a static frequency converter shares a part of negative phase sequence component, reduction of the negative phase sequence component of a rotary type power converter can be performed, and the trip of the rotary type power converter by a negative phase sequence component can be prevented.

[0048]Next, a 4th embodiment of this invention is described. Drawing 6 is a lineblock diagram of a 4th embodiment of this invention. In drawing 6, identical codes are attached about the same element as drawing 2 and drawing 4, and explanation is omitted.

[0049]In drawing 6, the alternation gate 15 takes the logical sum of the output of the level detector 12A based on an effective value arithmetic circuit, and the output of the level detector 12B based on an opposite phase detector circuit, and outputs it as the starting command 51 of a static frequency converter.

[0050]The circuit shown in drawing 6 operates as follows. A starting command is issued by the static frequency converter, when load current will increase, the output of the effective value arithmetic circuits 13A-13C of each phase will increase and the output of the highest selection circuit 14 will exceed the level-setting value 11A, if train load increases. A starting command is issued by the static frequency converter when negative phase current exceeds the opposite phase preset value 11B in large operation like piece seat power running and piece seat regeneration, even if the maximum of each phase current effective value has not reached the level-setting value 11A.

[0051]Thus, when different setting out from each phase effective value of a rotary type power converter and a negative phase sequence component can be performed and either exceeds the tolerated dose of a rotary type power converter, a static frequency converter can be started and more reliable control is attained.

[0052]Next, a 5th embodiment of this invention is described. Drawing 7 is a lineblock diagram of a 5th embodiment of this invention. In drawing 7, identical codes are attached about the same element as drawing 6, and explanation is omitted.

[0053]In drawing 7, the time average arithmetic circuits 17A-17D are connected to the output side of the effective value arithmetic circuits 13A-13C and the opposite phase

detector circuit 16. The time average arithmetic circuits 17A-17D calculate the average value within the fixed time of each input.

[0054]The circuit shown in drawing 7 operates as follows. As mentioned above, there are a tolerated dose of each phase effective current and a tolerated dose of a negative phase sequence component in a rotary type power converter, but as compared with the static frequency converter which comprises a semiconductor in time, it has a long tolerated dose. That is, if a certain level is exceeded, it does not necessarily damage by an overload in an instant, and fixed time can be borne.

[0055]Then, as shown in drawing 7, the time average arithmetic circuit of the time doubled with the time tolerated dose of the rotary type power converter is established in the latter part of the output of each phase effective value arithmetic circuits 13A-13C, and the output of the opposite phase detector circuit 16, and the starting condition of a static frequency converter is determined as it with the output.

[0056]Since this stops answering an instant load change as compared with a static frequency converter starting only on a level, the number of times of deactivation of a static frequency converter can be reduced, and the number of times of the turbulence produced in connection with the deactivation of a static frequency converter can be reduced.

[0057]The same effect is acquired, even if it establishes a time average arithmetic circuit in the latter part of the highest selection circuit 14 in order to simplify a circuit as shown in drawing 8. Drawing 7 and the time average arithmetic circuit of drawing 8 can acquire the effect almost same also as a simple ON delay circuit.

[0058]As shown in drawing 9, even if it establishes the ON delay circuit 18 in the latter part of the logic yield way 15, the same effect as **** is acquired. Although explanation was given by the case where it applies to a 4th embodiment, it cannot be overemphasized that it is similarly applicable to the 1st - a 3rd embodiment.

[0059]Next, a 6th embodiment of this invention is described. Drawing 10 is a lineblock diagram of a 6th embodiment of this invention. In drawing 10, identical codes are attached about the same element as drawing 6, and explanation is omitted.

[0060]In drawing 10, a level detector is used as the level detectors 19A-19B with a hysteresis characteristic, and the level-setting machines 11A-11D determine a hysteresis characteristic. Operation of the circuit shown in drawing 10 is shown in drawing 11. They are deactivation instructions when the waveform A uses a level detector without a hysteresis characteristic. If the output of the opposite phase detector circuit 16 or the maximum detector circuit 14 is frequently changed near disregard level A, the static frequency converter starting command will have entered frequently.

[0061]If a level detector with a hysteresis characteristic is used on the other hand, in order to output a starting command on the upper part level B1 and to perform release of a starting command by bottom level B-2, Deactivation instructions can become the waveform B, can reduce the number of times of deactivation of a static frequency converter, and can reduce the number of times of the turbulence produced in connection with the deactivation of a

static frequency converter.

[0062]Although explanation was given by the case where it applies to a 4th embodiment, it cannot be overemphasized that it is similarly applicable to the 1st - a 3rd embodiment.

Next, a 7th embodiment of this invention is described.

[0063]A 7th embodiment indicates the deciding method of the preset value of a level-setting machine. Here, operation when it applies to a 2nd embodiment is explained using drawing 12. In drawing 12, the output of the maximum detector circuit [in / in a solid line / drawing 2] 14 and a dotted line are the preset values of the level-setting machine 11, and, as for level 1, the rating of a rotary type power converter and the level 2 express a value lower than it.

[0064]in order to start a static frequency converter after a rotary type power converter exceeds rating if the output of the level-setting machine 11 is made into level 1, the static frequency converter has started -- it states and time becomes short as compared with the preset value of the level 2.

[0065]Since a rotary type power converter is a fixed loss mostly regardless of an output as the output of a rotary type power converter and a static frequency converter and the relation of the loss were shown in above-mentioned drawing 31, the case of level 1 is also the loss same as the case of the level 2. On the other hand, since the loss of a static frequency converter increases according to an output, the direction of the level 2 with long ***** of starting of a static frequency converter becomes large.

[0066]Therefore, a frequency conversion system with few losses can be provided by setting a level-setting machine as the rated value or continuation overload rated value of a rotary type power converter so that as many rotary type power converters as possible may be used.

[0067]Although explanation was given by the case where it applies to a 2nd embodiment, it cannot be overemphasized that it is similarly applicable to a 1st, 3rd, and 4th embodiment. Next, an 8th embodiment of this invention is described.

[0068]Drawing 13 is an explanatory view of the starting sequence of an 8th embodiment of this invention, and drawing 14 is a lineblock diagram of a frequency conversion system with a self-excitation formula translation machine. In drawing 14, identical codes are attached about the same element as drawing 32, and explanation is omitted.

[0069]In drawing 14, the initial charging circuit 21 for performing the breaker 20 which links a voltage form self-excitation formula translation machine and a system, and initial charging of a direct-current capacitor is formed. The sequence A of drawing 13 shows an example of the starting sequence of a common voltage form self-excitation formula translation machine.

[0070]First, if direct-current capacitor charge instructions are given, the initial charging circuit 21 will be switched on and a direct-current capacitor will be charged. If a direct-current capacitor is charged to a constant level, the breaker 20 will be thrown in, a gate will be given to a voltage form self-excitation formula translation machine, and operation will be

started. A breaker may be thrown in after starting a voltage form self-excitation formula translation machine. The gate of a self-excitation formula translation machine is stopped at the time of a stop, and it opens a breaker. The voltage of a direct-current capacitor is discharged after a stop by a resisted part which is contained among bus lines of a direct current, such as partial pressure resistance.

[0071]As for charge of a direct-current capacitor, it is common to carry out over several minutes from tens of seconds in order to make capacity of an initial charging circuit small. Therefore, in the conventional sequence, initial charging took time and a static frequency converter was not able to be started at high speed at the time of sudden change of load, etc.

[0072]The sequence B of drawing 13 is a deactivation sequence by an 8th embodiment. Also when load does not start a static frequency converter few as the previous embodiment explained once charging a direct-current capacitor at the time of starting of the whole system, a direct-current capacitor maintains the value near rated direct current voltage, without carrying out discharge. Thereby, load increases, and since charge operation of a direct-current capacitor is omissible at the time of the next starting command reception, warm-up time can be shortened.

[0073]Maintenance of the voltage of a direct-current capacitor always connects the charge circuit, or when beyond constant value falls [direct current voltage] from rated voltage, a self-excitation formula translation machine is operated (GETODE block), and it is performed by the method of charging from an alternating current system.

[0074]Next, a 9th embodiment of this invention is described. Drawing 15 is a common control block diagram of a voltage form self-excitation formula translation machine, and drawing 16 is a control block diagram of a 9th embodiment of this invention. In drawing 16, identical codes are attached about the same element as drawing 1, and explanation is omitted.

[0075]From current and the volts alternating current detector 22 to three-phase-circuit 2 phase-number conversion which 22 detected 9A with the alternating current detector, detected it with the volts alternating current detector, and 23 detected with the alternating current detector 9A in drawing 15. And the coordinate conversion circuit which performs stillness-rotatory coordinate transformation and detects the active current ingredient (I_d) 52 and the reactive current components (I_q) 53, The upper control apparatus with which 24 gives the active current command value (I_{dref}) 53 and the reactive current command value (I_{qref}) 54, and 25 The active current command value 53 and the difference of the active current ingredient 52, The constant current control circuit which operates so that the difference of the reactive current command value 54 and the reactive current components 53 may be inputted and the difference may serve as zero, 26 inputs the effective partial output command value 56 and the invalid partial output command value 57, and Rotation rest frame conversion, The coordinates inversion circuit which carries out 2 phase-3 phase coordinate conversion and is changed into a three-phase-alternating-current output

command value, and 27 are pulse width modulation circuits which create the pulse pattern which turns on and off the self-excitation formula translation machine 7A from the three-phase-alternating-current output command value outputted from a coordinates inversion circuit.

[0076]It is indicated by "semiconductor power inverter circuit" (edited by Institute of Electrical Engineers of Japan) P215 - P220 grade about the control principle of the active power of the voltage form self-excitation formula translation machine connected with an alternating current system, and reactive power, and detailed explanation is omitted. Since it is indicated by JP,1-77110,A etc. also about the principle of a constant current control circuit, and the realization method, detailed explanation is omitted.

[0077]In drawing 15, the voltage form self-excitation formula translation machine 7A is performing constant current control at high speed so that output current may be in agreement with the active current standard and reactive current standard which are given from a higher rank control system. Generally, the voltage form self-excitation formula translation machine linked with sources of a volts alternating current, such as an alternating current system, is performing constant current control of output current. Although it is carrying out by current's transforming and separating into an active current ingredient and reactive current components in drawing 15 as the method of constant current control, three-phase-circuit instantaneous value current may be fed back to three-phase-circuit instantaneous value instructions (sine wave shape), and current control may be performed.

[0078]Drawing 16 is a figure showing control block of a 9th embodiment of this invention. The output current of the frequency conversion system which 23B detected with the alternating current detector 9 in drawing 16, From the output voltage of the frequency conversion system detected with the volts alternating current detector 22. The coordinate conversion circuit which performs three-phase-circuit 2 phase-number conversion and stillness rotatory coordinate transformation, and detects the output current active principle 58 and the output current wattless component 59, and 28 are gain-adjustment machines which apply one or less gain to the output current active principle 58 and the output current wattless component 57, and calculate the reference current of a static frequency converter. 29 is a gate pattern given to a static frequency converter, and an AND gate which takes the logical product of a starting command.

[0079]Since a rotary type power converter acts as a voltage source, the same composition as the control circuit of the self-excitation formula translation machine for system interconnections shown in drawing 15 can be taken. Although the control circuit by the side of the self-excitation formula translation machine 7A is not illustrated, it is controlling by the circuit shown in drawing 15, and as higher rank control, reactive power constant control and direct-current capacitor constant voltage control are provided, and constant current control is usually carried out based on the reactive current command value and active current command value which are outputted from each.

[0080]An operation of a 9th embodiment is explained. If load increases and the static

frequency converter starting command 51 is outputted from the level detector 12, the output of AND gate 29 will be employed efficiently, and a static frequency converter will start and carry out operation.

[0081]At this time, by making into the reference current of a static frequency converter the value which applied the rate of a constant ratio to the output current of the frequency conversion whole system, the assignment current of a rotary type power converter can be reduced by the ratio shared with that static frequency converter, and the overload of a rotary type power converter can be prevented.

[0082]Since the output current of the frequency conversion whole system is detected and it is considered as the reference current, it is not necessary to perform detection of loaded condition, change operation of the reference current by judgment, etc., and the useless control device which is not can be provided also about the case where a load change and load change from power running to regeneration.

[0083]Although drawing 16 provides the coordinate conversion circuit of 23A and 23B, and the coordinates inversion circuit of 26 and being controlled for every active current ingredient and reactive current components, coordinate conversion is not performed, but an equivalent effect is acquired even if it calculates with a three-phase-circuit instantaneous value.

[0084]Although explanation was given by the case where it applies to a 1st embodiment, it cannot be overemphasized that it is similarly applicable to the 2nd - a 4th embodiment. Next, a 10th embodiment of this invention is described.

[0085]A 10th embodiment of this invention specifies the arithmetic method of the gain-adjustment circuit of a 9th embodiment. Drawing 17 is a figure showing the arithmetic method of the gain-adjustment machine 28.

[0086]First, it asks for the size (I_{out}) of output current from the output current active principle (I_{dout}) 58 and the output current wattless component (I_{qout}) 59. Next, the active current command value (I_{dref}) 54 of a static frequency converter and the reactive current command value (I_{qref}) 55 are calculated from I_{out} and I_{dout} , and I_{qout} .

[0087]Thus, it is equivalent to sharing with a static frequency converter the part which exceeded the rating of the rotary type power converter among output current to calculate the active current command value and reactive current command of a static frequency converter like drawing 17, as shown in drawing 18.

[0088]When this method determines the reference current of a static frequency converter, it is more effective, if the disregard level of the output current for starting of a static frequency converter is combined with the case where it is considered as the amperage rating of a rotary type power converter as a 7th embodiment explained.

[0089]That is, it is because a static frequency converter will be started if output current exceeds the rating of a rotary type power converter, and the reference current of the static frequency converter at that time is given as a part beyond the rating of the rotary type power converter.

[0090]Next, an 11th embodiment of this invention is described. Drawing 19 is a lineblock diagram of an 11th embodiment of this invention, and drawing 20 is a figure showing the arithmetic method of a gain-adjustment machine. In drawing 14 and drawing 20, identical codes are attached about the same element as drawing 16 and drawing 17, and explanation is omitted.

[0091]The output current negative phase sequence component (INout) 60, and the opposite phase acceptable value (INR) of a rotary type power converter and the output current active principle (Idout) 58 which are the outputs of the opposite phase detector circuit 16 in the gain-adjustment machine 28, From the output current wattless component (Iqout) 59, the active current command value (Idref) 54 of a static frequency converter and the reactive current command value (Iqref) 55 are calculated by the formula shown in drawing 20.

[0092]When using this appearance, and negative phase current increases by disequilibrium and load exceeds the opposite phase acceptable value (INR) of a rotary type power converter, according to that ratio that exceeded, a static frequency converter will share negative phase current, and a rotary type power converter can be prevented from carrying out a trip with an opposite phase relay etc.

[0093]If this invention is carried out combining a 3rd embodiment of this invention, and a 4th embodiment, output negative phase current exceeds constant value, a static frequency converter will be started and the reference current of a static frequency converter will be given by the formula shown in drawing 20. There are few losses and they can make the negative phase sequence component of a rotary type power converter below an acceptable value.

[0094]The analysis waveform at the time of controlling by the method of an 11th embodiment is shown in drawing 21 - drawing 23. The negative phase sequence component of 30MVA (0.6plutonium:1plutonium=50MVA) is taken for load, and the opposite phase acceptable value (value of INR in drawing 20) of a rotary type power converter is changed, and is carried out three cases.

[0095]Drawing 21 shows the case where an opposite phase acceptable value is 1.lpu (= 55MVA). Since the negative phase sequence component of load has not reached an opposite phase acceptable value, a static frequency converter is not shared but the rotary type power converter shares the negative phase sequence component of load as it is.

[0096]Drawing 22 shows the case where an opposite phase acceptable value is set as 0.4plutonium. Although the negative phase sequence component of load is not different from the case of drawing 21 with 0.6plutonium, a static frequency converter shares a negative phase sequence component, and the negative phase sequence component of a rotary type power converter is falling to 0.4plutonium.

[0097]Drawing 23 shows the case where an opposite phase acceptable value is set as 0.2plutonium. At this time, as compared with drawing 22, a static frequency converter share to be borne increases, and the negative phase sequence component of a rotary type power converter is decreasing.

[0098]If the reference current of a static frequency converter is determined according to this invention so that these analysis waveforms may also show, reduction of the negative phase current of a rotary type power converter can be performed, and the value can be controlled by a preset value.

[0099]Next, a 12th embodiment of this invention is described. Drawing 24 is a lineblock diagram of a 12th embodiment of this invention. In drawing 24, identical codes are attached about the same element as drawing 19, and explanation is omitted.

[0100]In drawing 24, the negative phase sequence component extracting circuit 30 extracts only each negative phase sequence component from the output current active principle (Idout) 58 and the output current wattless component (Iqout) 59, and outputs the output current opposite phase active principle 61 and the output current opposite phase wattless component 62.

[0101]Usually, it is known that three-phase alternating current is separable into a negative phase sequence component, a positive phase sequence component, and a zero phase sequence component. It is separable into an active component and a reactive component from voltage and the phase relation of current, respectively. If it assumes that a zero phase sequence component is small enough, three-phase alternating current can be decomposed below.

[0102]

[Equation 1]

Three-phase alternating current = non-inverter active current ingredient + non-inverter reactive-current-components + opposite phase active current ingredient 10 opposite-phase reactive current components (formula 1)

The negative phase sequence component extracting circuit 30 extracts an opposite phase active current ingredient and opposite phase reactive current components among the above-mentioned formulas 1.

[0103]And if the output current standard of a static frequency converter is used applying a suitable ratio to the ingredient with the gain-adjustment machine 28 and a negative phase sequence component is supplied from a static frequency converter, the negative phase sequence component of a rotary type power converter can be reduced.

[0104]The difference between an 11th embodiment and a 12th embodiment, By carrying out the output current standard of a static frequency converter for the value with which an 11th embodiment applied the rate of a constant ratio to the whole output current, a static frequency converter is the point that a 12th embodiment shares only a negative phase sequence component to the static frequency converter sharing the both sides of a positive phase sequence component and a negative phase sequence component.

[0105]Next, a 13th embodiment of this invention is described. A 13th embodiment of this invention specifies an arithmetic method of a gain-adjustment circuit of a 12th embodiment.

[0106]Drawing 25 is a figure showing an arithmetic method of a gain-adjustment machine. A part (Inout) for the output current reverse use 60 and an opposite phase acceptable value

(INR) of a rotary type power converter which are the outputs of the opposite phase detector circuit 16 in the gain-adjustment machine 28, An active current command value (I_{dref}) of a static frequency converter and a reactive current command value (I_{qref}) are calculated by a formula shown in drawing 23 from the output current opposite phase active principle (I_{dN}) 58 and the output current opposite phase wattless component (I_{qN}) 59.

[0107]When using this appearance, and negative phase current increases by disequilibrium and load exceeds an opposite phase acceptable value of a rotary type power converter, according to that ratio that exceeded, a static frequency converter will share negative phase current, and a rotary type power converter can be prevented from carrying out a trip with an opposite phase relay etc.

[0108]Next, a 14th embodiment of this invention is described. Drawing 26 is a lineblock diagram of a 14th embodiment of this invention, and drawing 27 is a figure showing an example of the number of driver's seats of a load change and a static frequency converter. In drawing 26, identical codes are attached about the same element as drawing 2, and explanation is omitted.

[0109]Drawing 26 is the example to which two static frequency converters were connected. In drawing 26, the static frequency converter 101A is started by 51A which is an output of the level detector 12A, and starts the static frequency converter 101B by 51B which is an output of the level detector 12B.

[0110]responding to a preset value of the level-setting machine 11A and the level-setting machine 11B, if constituted like drawing 26 -- two sets of static frequency converters -- both -- a stop and one side -- operation -- according to load, the number of driver's seats can both be chosen with operation.

[0111]Drawing 27 is a figure showing an example of the number of driver's seats of a load change and a static frequency converter at the time of applying a circuit shown in drawing 26. Only a rotary type power converter is operated until load reaches the level 11A, load operates one static frequency converter between 11B from the level 11A, and, in the case of load more than level 11B, it becomes two-set operation.

[0112]In a system which has two or more static frequency converters if this appearance is used, If a level detector for the number of a static frequency converter is formed as shown in drawing 26 and 27, each disregard level is changed and it opts for shutdown for every device, a control device of a power converter which can lessen a loss most as the whole system can be provided.

[0113]Although explanation was given by a case where it applies to a 2nd embodiment, it cannot be overemphasized that it is similarly applicable to a 1st, 3rd, and 4th embodiment. Next, a 15th embodiment of this invention is described.

[0114]Drawing 28 is a lineblock diagram of a 15th embodiment of this invention. In drawing 28, identical codes are attached about the same element as drawing 16, and explanation is omitted. In drawing 28, the limiting circuit 31 applies a limiting circuit to the active current standard 54 and the reactive current standard 55 which are outputted from the gain-

adjustment machine 28.

[0115]As a static frequency converter was mentioned above, there is the feature that a time tolerated dose to an overload is comparatively short. Therefore, even when it becomes an overload transitionally by a load change, a limiting circuit is applied so that the active current standard 54 and the reactive current standard 55 which the gain-adjustment machine 28 outputs may not exceed rating of a static frequency converter.

[0116]Since a limiting circuit was applied at this time, load it became impossible to share with a static frequency converter is supplied from a rotary type power converter. A rotary type power converter has a time tolerated dose to an overload as compared with a static frequency converter, and if it is a short time, it is satisfactory.

[0117]A lineblock diagram when a 10th embodiment of this invention, an 11th embodiment, and a 15th embodiment are combined is shown in drawing 29. In drawing 29, the output current active principle (Idout) 58 and the output current wattless component (Iqout) 59 are inputted into the gain-adjustment machines 28A and 28B.

[0118]An operation shown in drawing 17 in the gain-adjustment machine 28A is performed, and the static frequency converter active current standard 54A and the reactive current standard 55A are outputted. An operation shown in drawing 20 in the Quinn regulator 28B is performed, and the static frequency converter active current standard 54B and the reactive current standard 55B are outputted.

[0119]Those standards are inputted into the highest selection circuit 14A, and let a value of the larger one be a reference current of a static frequency converter. However, the limiting circuit 31 is formed so that rating of a static frequency converter may not be exceeded.

[0120]if constituted like drawing 27 -- either a negative phase sequence component or effective current -- in order to make a large value into a reference current of a static frequency converter, even if it changes load sharply, an output of a rotary type power converter is maintained at a proper value.

[0121]Next, a 16th embodiment of this invention is described. Drawing 30 is a lineblock diagram of a 16th embodiment of this invention. In drawing 30, identical codes are attached about the same element as drawing 26, and explanation is omitted.

[0122]During one or more set operation, when a rotary type power converter carries out ON about the same as an addition of one more set of the rotary type power converter further, it needs to precede in order to prevent an energization style and turbulence, and below constant value (ON possible current about the same as an addition is called) already needs to carry out load of a rotary type power converter under operation.

[0123]Since the static frequency converter can perform control of output current according to a reference current, when it carries out ON about the same as an addition of the rotary type power converter, it should just share output current of a rotary type power converter under operation with a static frequency converter so that below ON possible current about the same as an addition may become.

[0124]By subtracting a value set up with the level-setting machine 11C from output current

of a frequency conversion system detected with the alternating current detector 9 in drawing 30, and giving the value as a reference current of a static frequency converter, Assignment current of a rotary type power converter does not become more than a value of the level-setting machine 11C.

[0125]However, as a 15th embodiment explained, the limiting circuit 31 of a reference current of a static frequency converter is provided in a final stage so that it may not become a reference current more than rating (continuation overload capacity) of a static frequency converter.

[0126]Since a static frequency converter has few losses at the time of no-load as compared with a rotary type power converter as mentioned above, It is not necessary to consider it as a reference current always shown in drawing 29 during operation, and a static frequency converter is always operated during operation by one which was explained by a 13th embodiment from a 9th embodiment of this invention of reference currents, If operation which entered when a reference current of a static frequency converter was changed as shown in drawing 30, and returned to a reference current of after an end of average ON and origin is performed when about the same ON notice signal as an addition of a rotary type power converter is received, A loss under steady operation can be reduced and a control device of a frequency conversion system it becomes easy to operate at the time of about the same ON as a rotary type power converter can be provided.

[0127]

[Effect of the Invention]As explained above, according to the frequency conversion system concerning claim 1 of this invention. The measurement means which measures the output current of a frequency conversion system, and the level detection means which detects that the output of the measurement means exceeded constant value are provided, When it is detected that the level detection means exceeded constant value, by starting a static frequency converter, In a field with little output current, i.e., load current, operate a rotary type power converter, and a static frequency converter with little no-load loss is suspended, When load current operates a static frequency converter in the field beyond constant value in addition to a rotary type power converter, the frequency conversion system which can reduce the operation loss of the frequency conversion whole system can be provided.

[0128]The measurement means which measures the output current of a frequency conversion system according to the frequency conversion system concerning claim 2 of this invention, The effective value calculating means which detects the effective value of each phase of the output of a measurement means, and a highest selection means to choose the maximum of the effective value of each phase, By starting a static frequency converter, when the level detection means which detects that the maximum of the effective value of each phase exceeded constant value is provided and a plane 1 also reaches beyond constant value among the effective values for every phase of a three phase circuit, In the field where the effective value for every phase of output current is low, By operating only a rotary type power converter, suspending a static frequency converter with little no-load loss,

and operating a static frequency converter in the field where load current is large in addition to a rotary type power converter, The frequency conversion system which can reduce the operation loss of the frequency conversion whole system can be provided without making a rotary type power converter into an overload.

[0129]The measurement means which measures the output current of a frequency conversion system according to the frequency conversion system concerning claim 3 of this invention, By providing an opposite phase detection means to detect an anti-phase component from the output of a measurement means, and the level detection means which detects that the anti-phase component exceeded constant value, and starting a static frequency converter because the anti-phase component of output current exceeded constant value, In the field which the anti-phase component of output current operates only a rotary type power converter in a low field, and suspends a static frequency converter with little no-load loss and where an anti-phase component is large, By operating a static frequency converter in addition to a rotary type power converter, the frequency conversion system which prevents the overload of the negative phase current of a rotary type power converter, and can reduce the operation loss of the frequency conversion whole system can be provided.

[0130]The measurement means which measures the output current of a frequency conversion system according to the frequency conversion system concerning claim 4 of this invention, The effective value detection means which detects the effective value of each phase of the output of a measurement means, and a highest selection means to choose the maximum of the effective value of each phase, The 1st level detection means that detects that the maximum of the effective value of each phase exceeded constant value, An opposite phase detection means to detect an anti-phase component from the output of the measurement means which measures output current, By providing the 2nd level detection means that detects that the anti-phase component exceeded constant value, and starting a static frequency converter because the maximum or the anti-phase component of the effective value of output current exceeded constant value, [of each phase] In the field to which a rotary type power converter does not serve as an overload small, each phase effective value and anti-phase component of output current operate only a rotary type power converter, and a static frequency converter with little no-load loss is suspended, In the field where each phase effective value or an anti-phase component is large, By operating a static frequency converter in addition to a rotary type power converter, the frequency conversion system which prevents the negative phase current of a rotary type power converter and the overload of each phase, and can reduce the operation loss of the frequency conversion whole system can be provided.

[0131]By providing a means to detect the average value in the fixed time of those detection values in the latter part of an opposite phase detection means to detect the effective value detection means and anti-phase component which detect an effective value according to the frequency conversion system concerning claim 5 of this invention, Since deactivation of

a static frequency converter can be performed according to the time tolerated dose of a rotary type power converter, even if the load change near the starting judging level of a static frequency converter occurs frequently, starting of an unnecessary static frequency converter can be controlled and the frequency conversion system which reduced turbulence can be provided.

[0132]According to the frequency conversion system concerning claim 6 of this invention, by giving a hysteresis characteristic to each level detection means, The frequency conversion system which can prevent the negative phase current of a rotary type power converter and the overload of each phase, prevents the unnecessary deactivation of a static frequency converter, and can reduce the operation loss of the frequency conversion whole system can be provided.

[0133]According to the frequency conversion system concerning claim 7 of this invention, by making the disregard level of each level detection means into the amperage rating of a rotary type power converter, Since the static frequency converter is suspended until load reaches the rating of a rotary type power converter, the frequency conversion system which the operation loss of the frequency conversion whole system decreases more, and can prevent the negative phase current of a rotary type power converter and the overload of each phase can be provided.

[0134]Before a static frequency converter is started by operation of a level detection means according to the frequency conversion system concerning claim 8 of this invention, By charging the voltage which applies to rated direct current voltage beforehand, the direct-current capacitor of a static frequency converter, A stood [still] type frequency converter can be started without the level detection means's operating and passing through charge operation of a direct-current capacitor after starting command generating, starting of a high-speed static frequency converter and load sharing become possible, and the frequency conversion system which can prevent the overload of a rotary type power converter can be provided.

[0135]By making the output current standard of a static frequency converter into the value which carried out the multiplication of the rate of a constant ratio to the output current of the frequency conversion whole system according to the frequency conversion system concerning claim 9 of this invention, The frequency conversion system in which operation which made the desired ratio the current share of the static frequency converter and rotary type power converter after static frequency converter starting is possible can be provided.

[0136]According to the frequency conversion system concerning claim 10 of this invention, the rate of a constant ratio, By subtracting the amperage rating of a rotary type power converter from the output current of the frequency conversion whole system, and considering it as the value which did division of it by the output current of the frequency conversion whole system, The rotary type power converter which has the loss of **** regularity regardless of output current will be operated by amperage rating after starting of a static frequency converter, a static frequency converter will share the remainder, and the

frequency conversion system which can reduce the operation loss of the frequency conversion whole system can be provided.

[0137]According to the frequency conversion system concerning claim 11 of this invention, the rate of a constant ratio, By subtracting the rated negative phase current of a rotary type power converter from the negative phase current included in the output current of the frequency conversion whole system, and considering it as the value which did division of it by the negative phase current of the frequency conversion whole system, The rotary type power converter which has a related almost fixed loss in output current is operated by the amperage rating of negative phase current after starting of a static frequency converter, The frequency conversion system which will share the remainder with a static frequency converter, and can reduce the operation loss of the frequency conversion whole system, and can prevent the overload by the negative phase sequence component of a rotary type power converter can be provided.

[0138]According to the frequency conversion system concerning claim 12 of this invention, the negative-phase-current detection means of the output current of the frequency conversion whole system is provided, By making the output current standard after starting of a static frequency converter into the value which carried out the multiplication of the rate of a constant ratio to the output of said negative-phase-current detection means, The frequency conversion system which will share negative phase current with a static frequency converter after starting of a static frequency converter, and can reduce the operation loss of the frequency conversion whole system, and can prevent the overload by the negative phase sequence component of a rotary type power converter can be provided.

[0139]By considering it as the value which subtracted the rated negative phase current of the rotary type power converter from the negative phase current of the whole system for the rate of a constant ratio, and did division of it by the negative phase current of the whole system according to the frequency conversion system concerning claim 13 of this invention, The rotary type power converter which has a related almost fixed loss in output current is operated by the amperage rating of negative phase current after starting of a static frequency converter, The frequency conversion system which will share the remaining negative phase current with a static frequency converter, and can reduce the operation loss of the frequency conversion whole system, and can prevent the overload by the anti-phase component of a rotary type power converter can be provided.

[0140]In the frequency conversion system by which a static frequency converter consists of two or more sets according to the frequency conversion system concerning claim 14 of this invention, By providing same number as a static frequency converter of level detection means, changing the disregard level of each level detection means, and starting one static frequency converter at a time with the output of each level detection means, According to output current, the number of starting of a static frequency converter can be optimized, and the frequency conversion system which can reduce the operation loss of the frequency

conversion whole system can be provided.

[0141]According to the frequency conversion system concerning claim 15 of this invention, the output current standard of a static frequency converter by restricting to below the amperage rating of a static frequency converter, A reliable frequency conversion system can be provided without a static frequency converter with few time tolerated doses of an overload becoming an overload as compared with a rotary type power converter.

[0142]According to the frequency conversion system concerning claim 16 of this invention, the measurement means which measures the output current of the frequency conversion whole system is provided, By making the output current standard of a static frequency converter more than the value that subtracted the ON possible current about the same as an addition of the rotary type power converter from the output of a measurement means, and below the rating of a static frequency converter carrying out it, A static frequency converter shares load current, below in the ON possible current about the same as an addition, the assignment current of a rotary type power converter becomes, and the frequency conversion system which can perform easily about the same ON as an addition of a rotary type power converter can be provided.

[Translation done.]

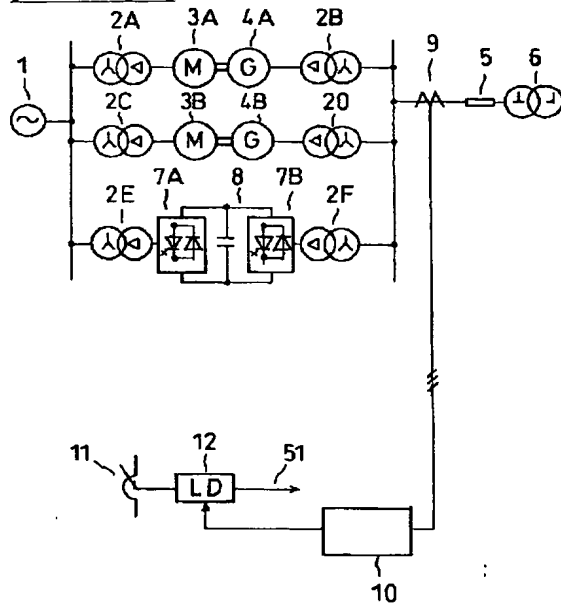
* NOTICES *

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

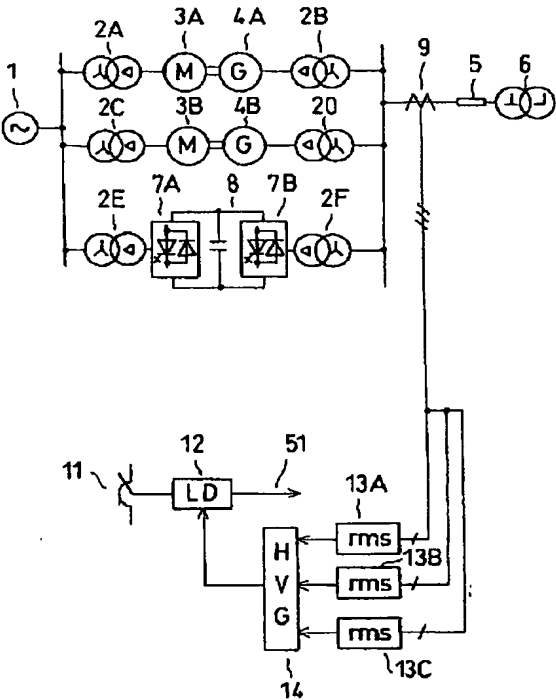
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

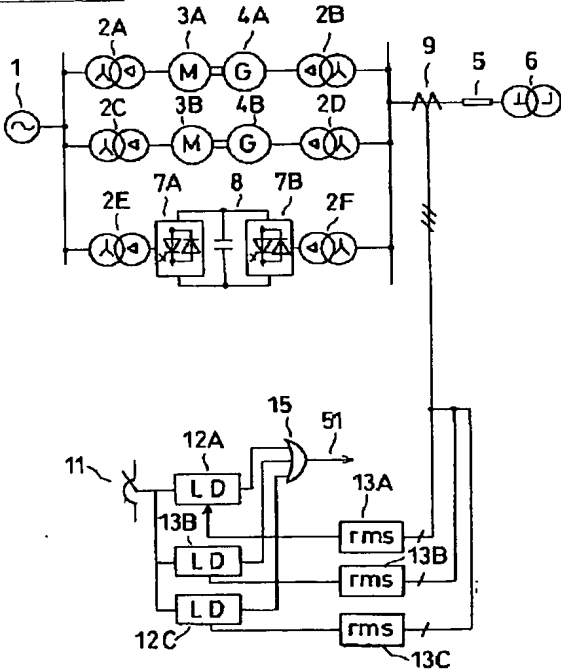
[Drawing 1]



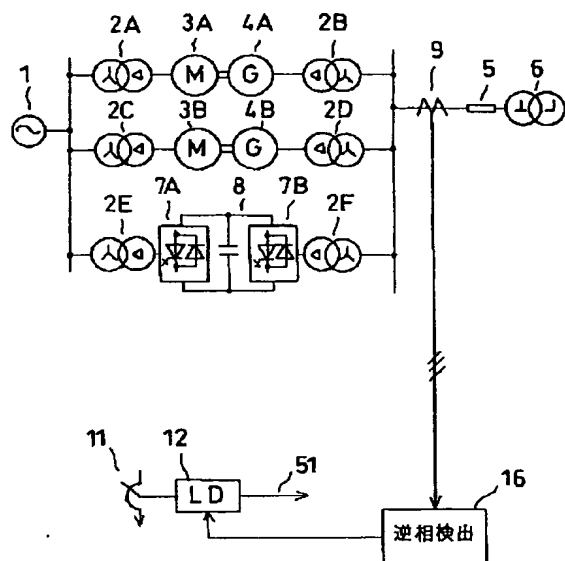
[Drawing 2]



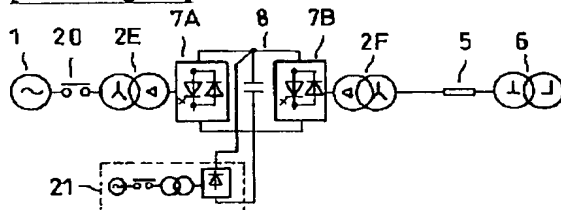
[Drawing 3]



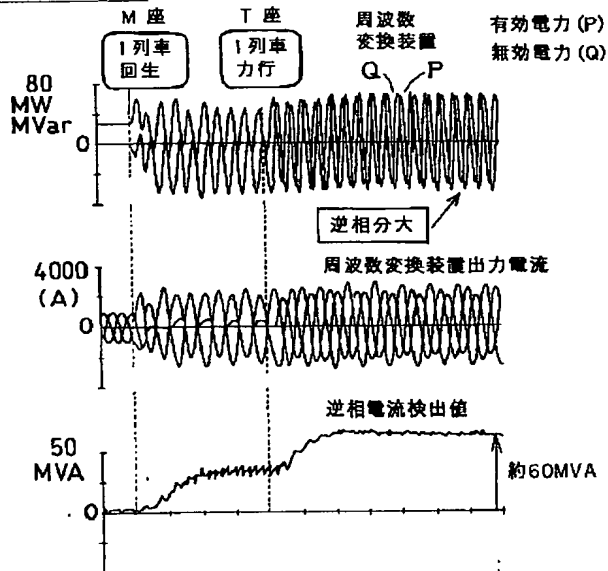
[Drawing 4]



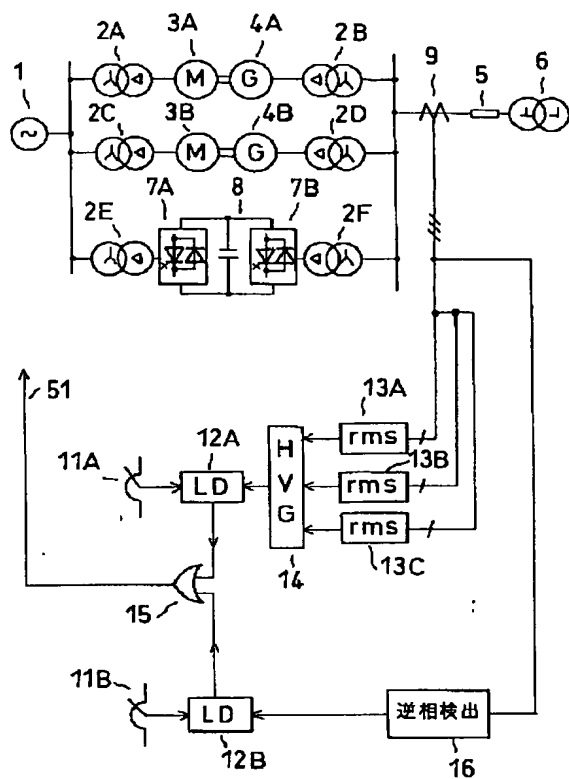
[Drawing 14]



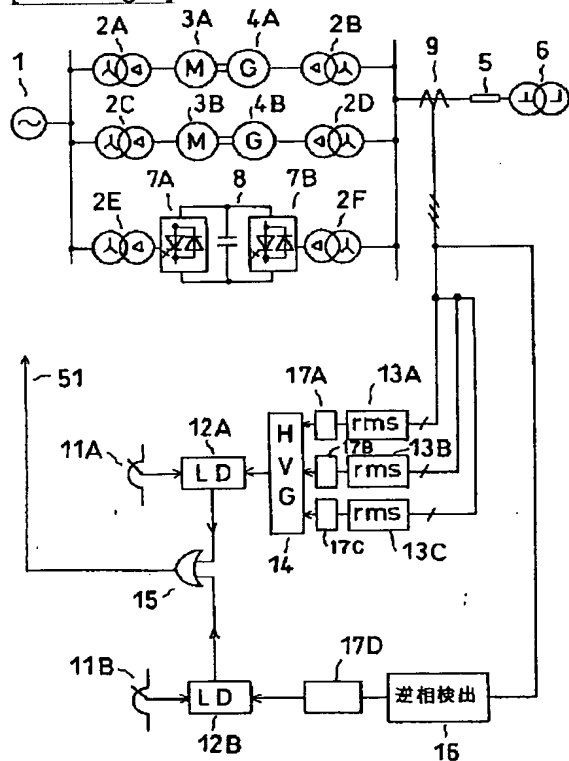
[Drawing 5]



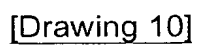
[Drawing 6]

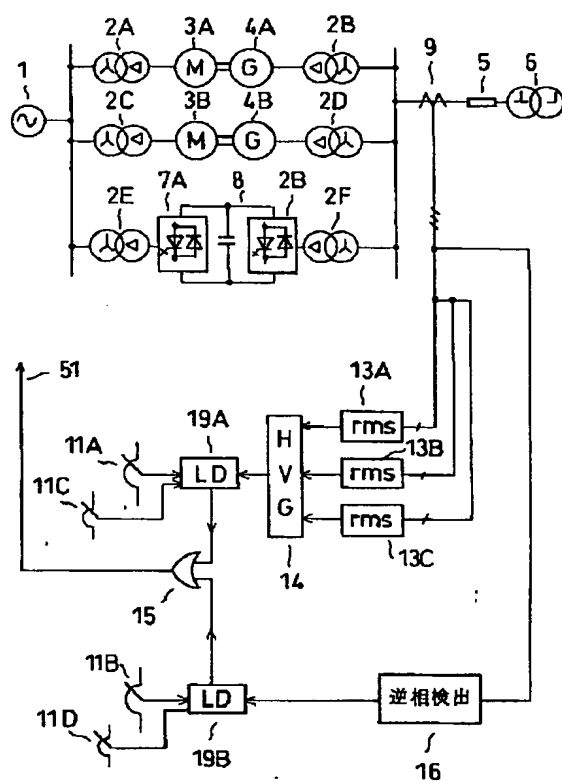


[Drawing 7]

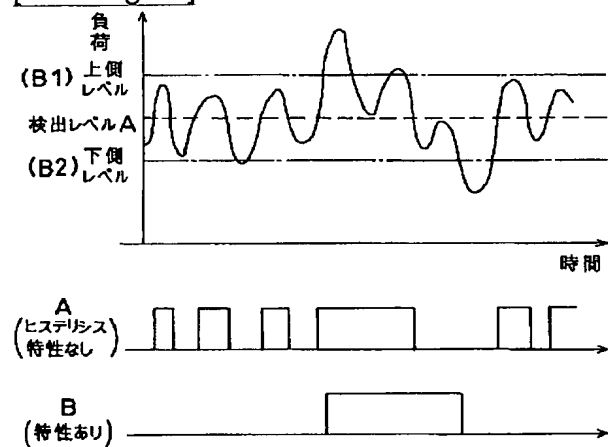


[Drawing 8]

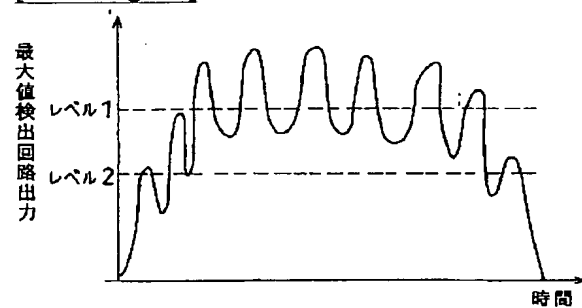




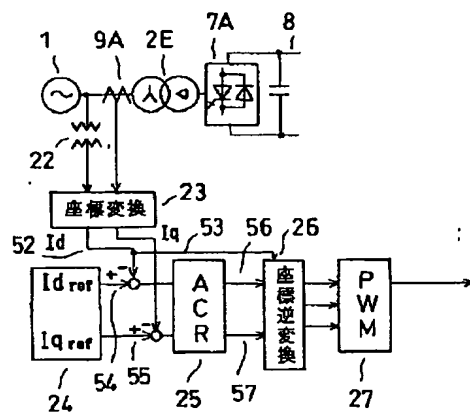
[Drawing 11]



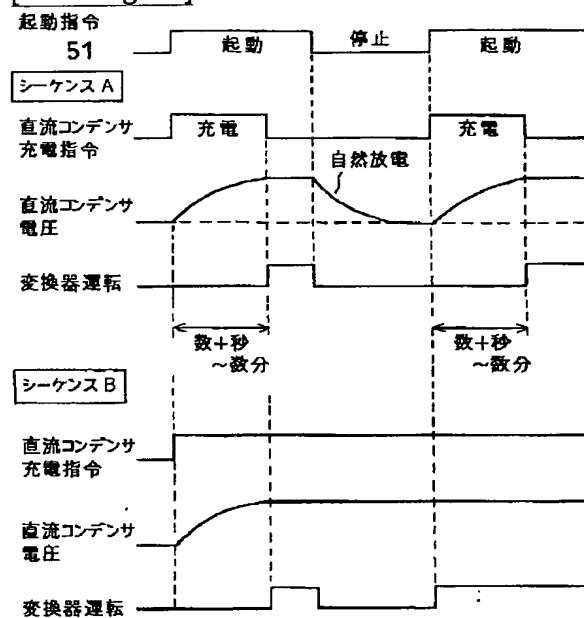
[Drawing 12]



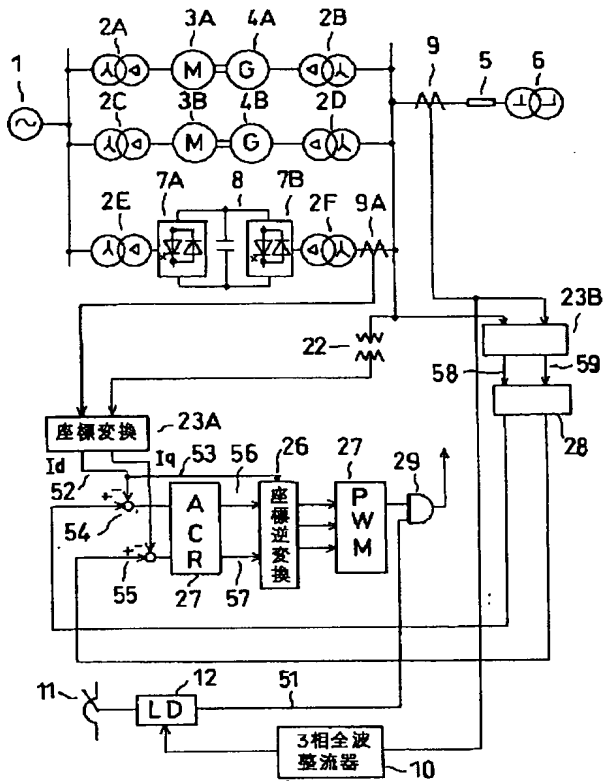
[Drawing 15]



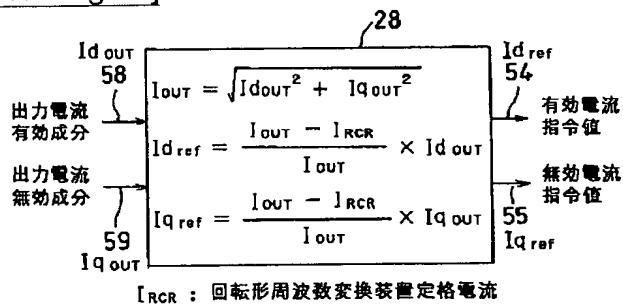
[Drawing 13]



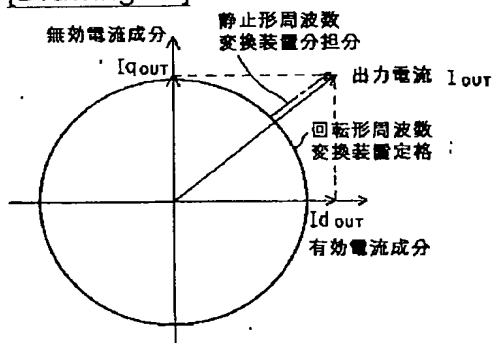
[Drawing 16]



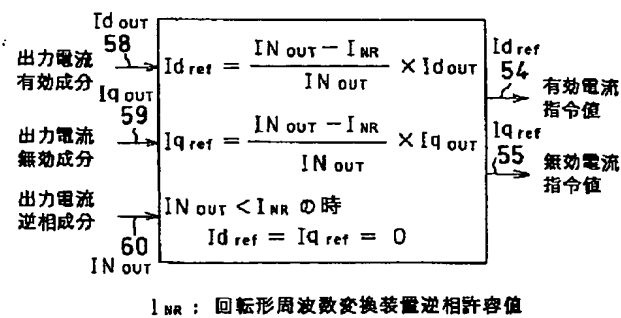
[Drawing 17]



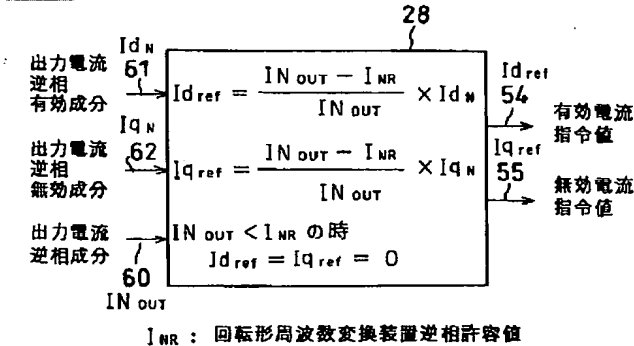
[Drawing 18]



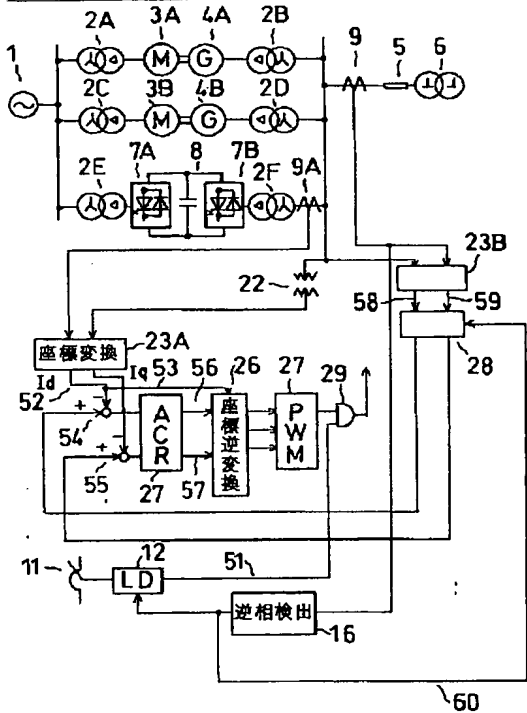
[Drawing 20]



[Drawing 25]



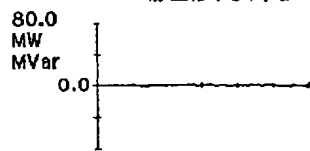
[Drawing 19]



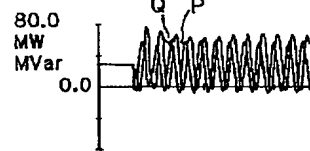
[Drawing 21]

回転形 FC 逆相許容値
= 1.1 pu (50MVAベース)

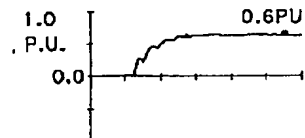
静止形 FC P, Q



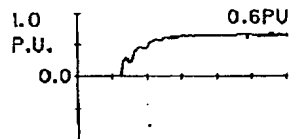
回転形 FC P, Q



負荷逆相電流検出値



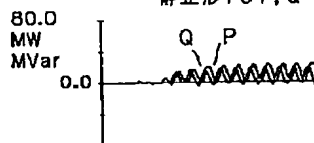
回転形 FC
逆相電流検出値



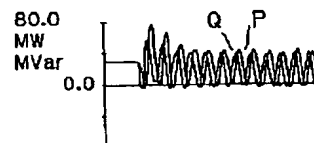
[Drawing 22]

回転形 FC 逆相許容値
= 0.4 pu (50MVAベース)

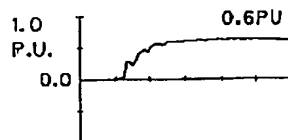
静止形 FC P, Q



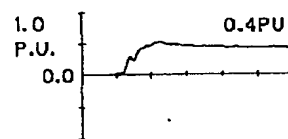
回転形 FC P, Q



負荷逆相電流検出値

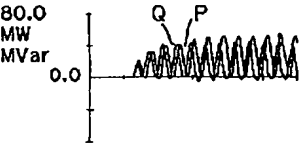


回転形 FC
逆相電流検出値

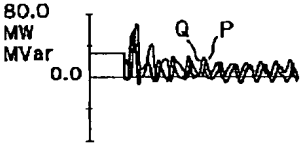


[Drawing 23]

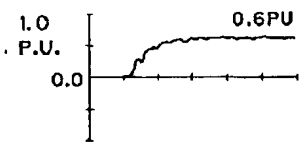
回転形 FC 逆相許容値
= 0.2 pu (50MVAベース)
静止形 FC P, Q



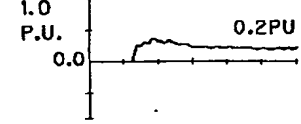
回転形 FC P, Q



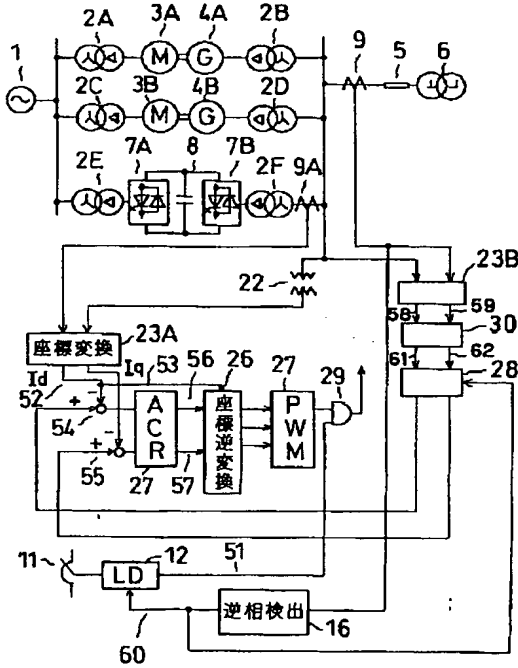
負荷逆相電流検出値



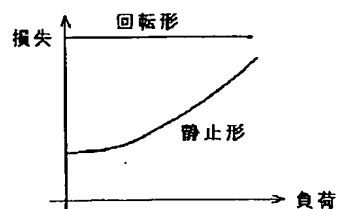
回転形 FC
逆相電流検出値



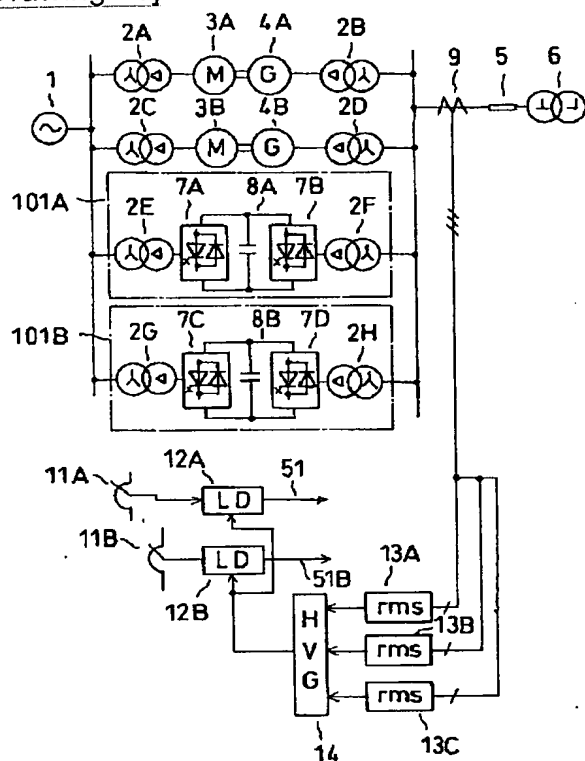
[Drawing 24]



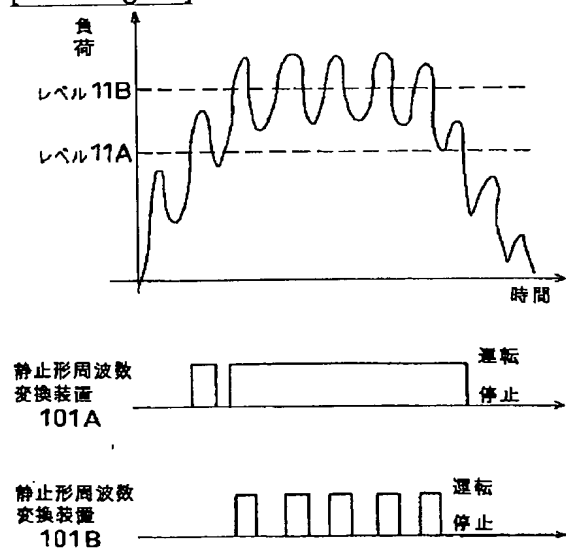
[Drawing 33]



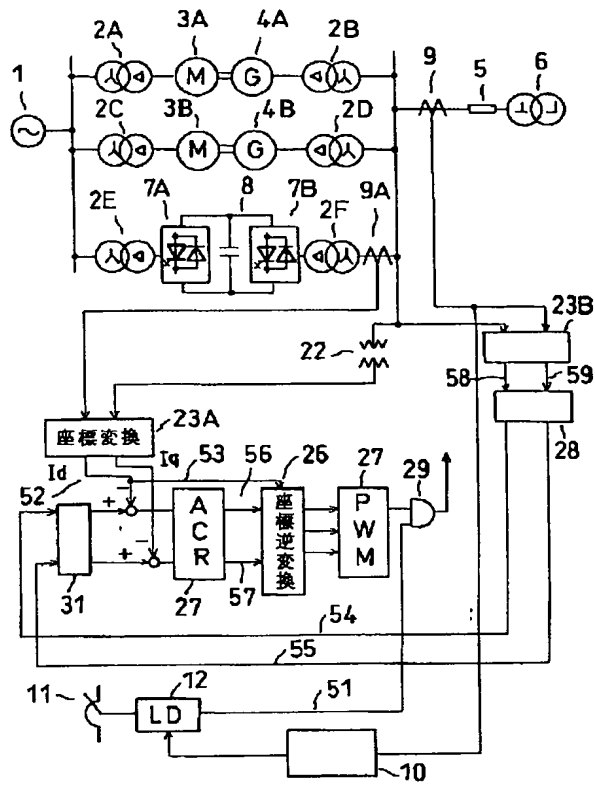
[Drawing 26]



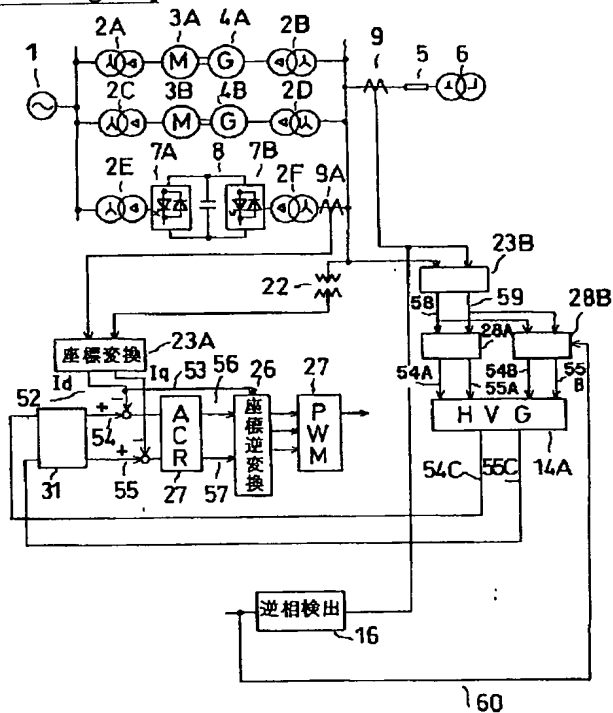
[Drawing 27]



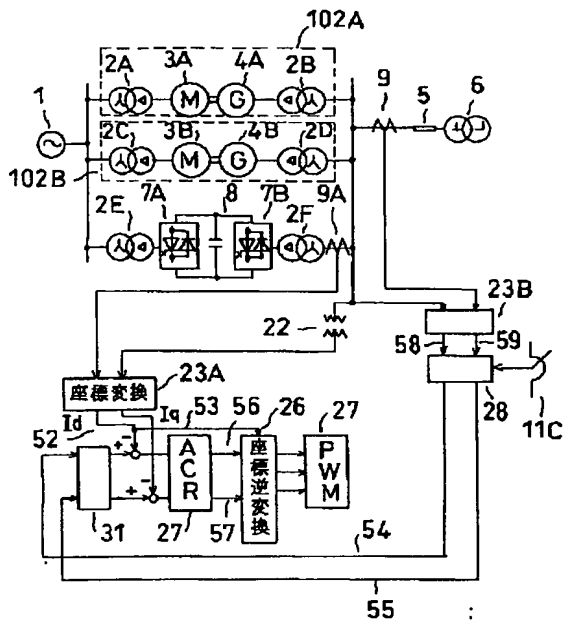
[Drawing 28]



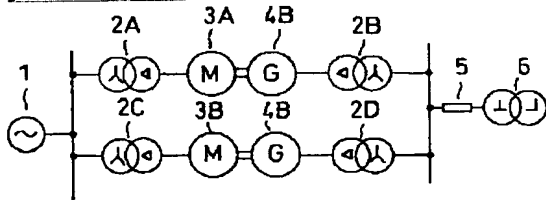
[Drawing 29]



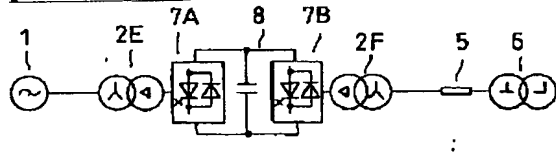
[Drawing 30]



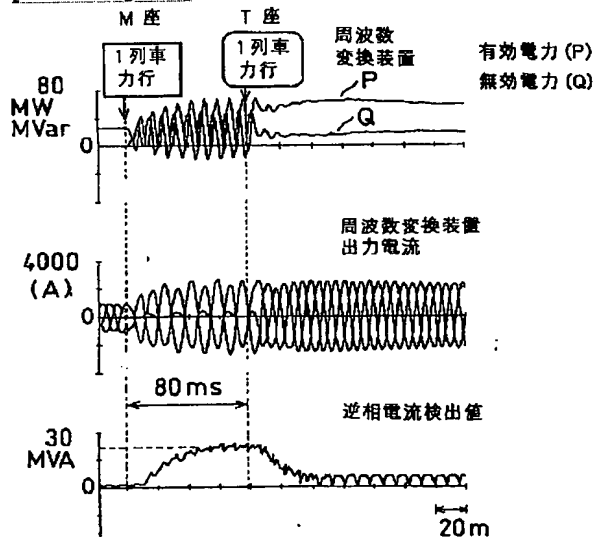
[Drawing 31]



[Drawing 32]



[Drawing 34]



[Translation done.]